



Aquicultura na Tapajós:

Alternativa Bioeconômica

***Aline Marculino de Alcântara
Fábio de Oliveira Amorim***

editora
itacaiúnas

Aline Marculino de Alcântara

Fábio de Oliveira Amorim

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

1ª edição

Editora Itacaiúnas

Ananindeua – PA

2024

©2024 por Aline Marculino de Alcântara e Fábio de Oliveira Amorim

Todos os direitos reservados.

1ª edição

Conselho editorial / Colaboradores

Márcia Aparecida da Silva Pimentel – Universidade Federal do Pará, Brasil

José Antônio Herrera – Universidade Federal do Pará, Brasil

Márcio Júnior Benassuly Barros – Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Wildoberto Batista Gurgel – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil

André Luiz de Oliveira Brum – Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Mário Silva Uacane – Universidade Licungo, Moçambique

Francisco da Silva Costa – Universidade do Minho, Portugal

Ofélia Pérez Montero - Universidad de Oriente – Santiago de Cuba, Cuba

Editora-chefe: Viviane Corrêa Santos – Universidade do Estado do Pará, Brasil

Editor e web designer: Walter Luiz Jardim Rodrigues – Editora Itacaiúnas, Brasil

Editoração eletrônica/ diagramação: Walter Rodrigues

Projeto de capa: Ariane Marculino de Alcântara

Revisão: a autora.

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

AQ656 Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica [recurso eletrônico] /
Aline Marculino de Alcântara e Fábio de Oliveira Amorim - Ananindeua :
Editora Itacaiúnas, 2024.

52 p. : il. : PDF ; 4 MB.

Inclui bibliografia e índice.

ISBN: 978-85-9535-284-1 (Ebook)

DOI: 10.36599/itac- 978-85-9535-284-1

1. Agricultura e tecnologias relacionadas. 2. Bioeconomia 3.
Produtividade. I. Título.

CDD 639.3

Índice para catálogo sistemático:

1. Agricultura e tecnologias relacionadas: 639.3

Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade do(s) autor(es).

Esta publicação está licenciada sob [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

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



Sumário

PREFÁCIO	5
CAPÍTULO I - CENÁRIO ATUAL DA AQUICULTURA NO ESTADO DO PARÁ	7
Aline Marculino de Alcântara	
CAPÍTULO II - LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA A AQUICULTURA	15
Aline Marculino de Alcântara	
CAPÍTULO III - COMPORTAMENTO EMPREENDEDOR APLICADO À	
AQUICULTURA	26
Aline Marculino de Alcântara	
CAPÍTULO IV - ENERGIAS RENOVÁVEIS NA AQUICULTURA: INOVAÇÃO	
E SUSTENTABILIDADE	38
Aline Marculino de Alcântara e Fábio de Oliveira Amorim	
DOI: 10.36599/itac-978-85-9535-284-1_004	
REFERÊNCIAS	50

Prefácio

A bioeconomia vem ganhando destaque nos últimos anos, em razão do forte apelo para a conservação dos recursos naturais, priorizando técnicas, incentivando pesquisas, estimulando profissionais a atentarem para as questões ambientais, sem deixar de produzir alimento, uma vez que somos constantemente demandados pelo mundo inteiro.

Dentro de um conceito amplo e em processo formativo, a bioeconomia na Amazônia se aplica tanto para setores intensivos em alta tecnologia, como fármacos, cosméticos e química verde, quanto para atividades extrativistas de produtos florestais não madeireiros, como óleos, frutos, sementes e resinas. Sendo assim, há possibilidade de agregação de valor aos produtos da sociobiodiversidade brasileira, produzidos pela agricultura familiar e por povos e comunidades tradicionais (LOPES; CHIAVARI; 2022¹).

É um modelo novo aplicado aos recursos naturais amazônicos como uma oportunidade de alavancar a economia local, popularizar a ciência, fortalecer pesquisas, valorizar a cultura local e sobretudo, manter a floresta em pé, produzindo e viva.

Alinhado ao Plano de Bioeconomia do Pará (PlanBio), cujo objetivo é desenvolver um modelo de desenvolvimento a partir de Soluções baseadas na Natureza (SbN), viabilizando a transição para uma Matriz Produtiva Bioeconômica diversificada, pautada em processos produtivos locais da sociobiodiversidade e conectados com o fomento à socioeconomia local, incorporando conhecimentos tradicionais àqueles originados pela ciência e tecnologias modernas, a aquicultura representa uma alternativa para contribuir com esse objetivo.

Nesse contexto, a aquicultura compõe o Plano de Bioeconomia do Pará, como uma estratégia para melhor posicionar essa atividade como produtora de alimentos, automaticamente como geradora de emprego e renda, visto que, ao lado de atividades de base florestal, pesca e indústria de transformação, a aquicultura possui uma baixa participação na economia do Pará, contrariando os fatores ambientais favoráveis.

¹LOPES, C. L.; CHIAVARI, J. 2022. Bioeconomia na Amazônia: Análise conceitual, regulatória e institucional. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 43 p.

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

Tendo em vista que essas atividades estão diretamente vinculadas à biodiversidade do meio biótico (flora e fauna aquática) presente na vegetação nativa e nos ambientes aquáticos do estado do Pará e relacionadas ao conhecimento tradicional em relação aos diferentes tipos de uso econômico das espécies, são consideradas como base da estrutura produtiva da bioeconomia do estado do Pará. Tais atividades podem ser subdivididas em produtos florestais madeireiros e não madeireiros, e produtos pesqueiros (PlanBio, 2022)².

É importante conhecer e ressignificar os recursos pesqueiros amazônicos para que apoiados nessa premissa de ser potencial para bioeconomia no Pará, seja de fato proposto um modelo sustentável, pensando na cadeia produtiva de forma integrada, em todos os elos e obviamente, no incremento à economia local.

Ademais, essa obra busca visualizar o cenário atual da aquicultura no Pará, bem como as normas de licenciamento ambiental para que seja efetivamente implantado o empreendimento aquícola. Além do incentivo ao desenvolvimento do comportamento empreendedor em aquicultores, as possibilidades de aplicação das energias renováveis na aquicultura, como modo de inovação em consonância com os preceitos da sustentabilidade, concatenando com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), para contribuir com a Agenda 2030 e com o Plano de Bioeconomia do Pará.

²GOVERNO DO PARÁ. Plano Estadual de Bioeconomia do Pará (PlanBio Pará). 2022. 140p.

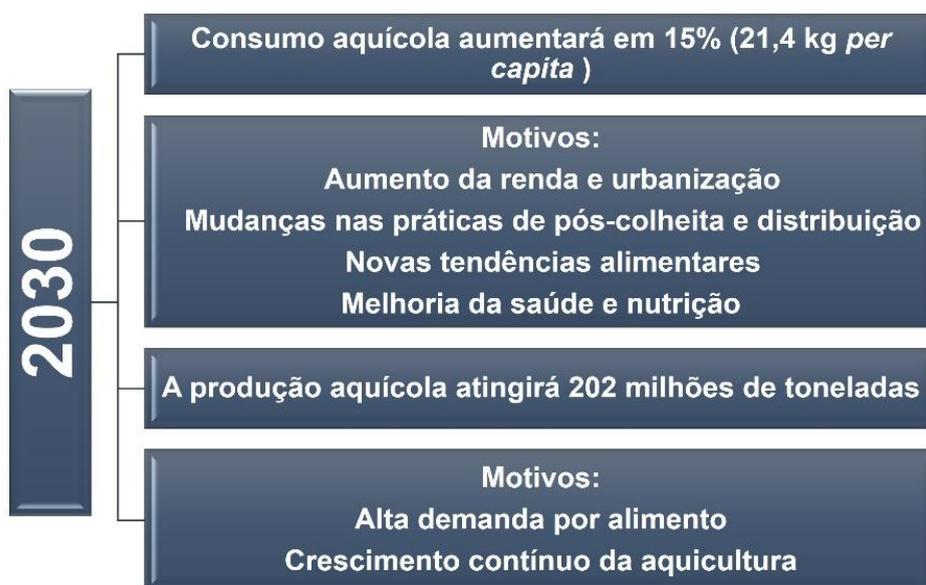


Capítulo I

CENÁRIO ATUAL DA AQUICULTURA NO ESTADO DO PARÁ

Aline Marculino de Alcântara

Os alimentos aquáticos são cada vez mais reconhecidos por sua qualidade, segurança alimentar e nutricional, não somente como fonte de proteína, mas também como fornecedor único e extremamente diversificado de ácidos graxos ômega-3 essenciais e micronutrientes biodisponíveis, além da crescente demanda por alimento. Por isso, é necessário elaborar estratégias para favorecer os sistemas agroalimentares regional e nacional, associadas a políticas públicas locais que propiciem essa transformação, tendo em vista a crescente demanda por alimento (Figura 1) (FAO, 2022).



FONTE: Adaptado de FAO, 2022.

Figura 1. Projeção de consumo e produção de alimentos provenientes da aquicultura até o ano de 2030 (FAO, 2022).

De acordo com os mais recentes dados publicados, em 2020 foi registrado um crescimento da aquicultura em 5,7% na soma do cultivo de algas e animais aquáticos, alcançando um volume de 122,6 milhões de toneladas em todo o mundo, considerado contido ainda por reflexos da pandemia global. Esse crescimento se deve também à queda de 4,4% na pesca extrativa, especialmente em razão da diminuição dos

volumes de peixes pelágicos, como a anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) (Figura 2) (FAO, 2022).

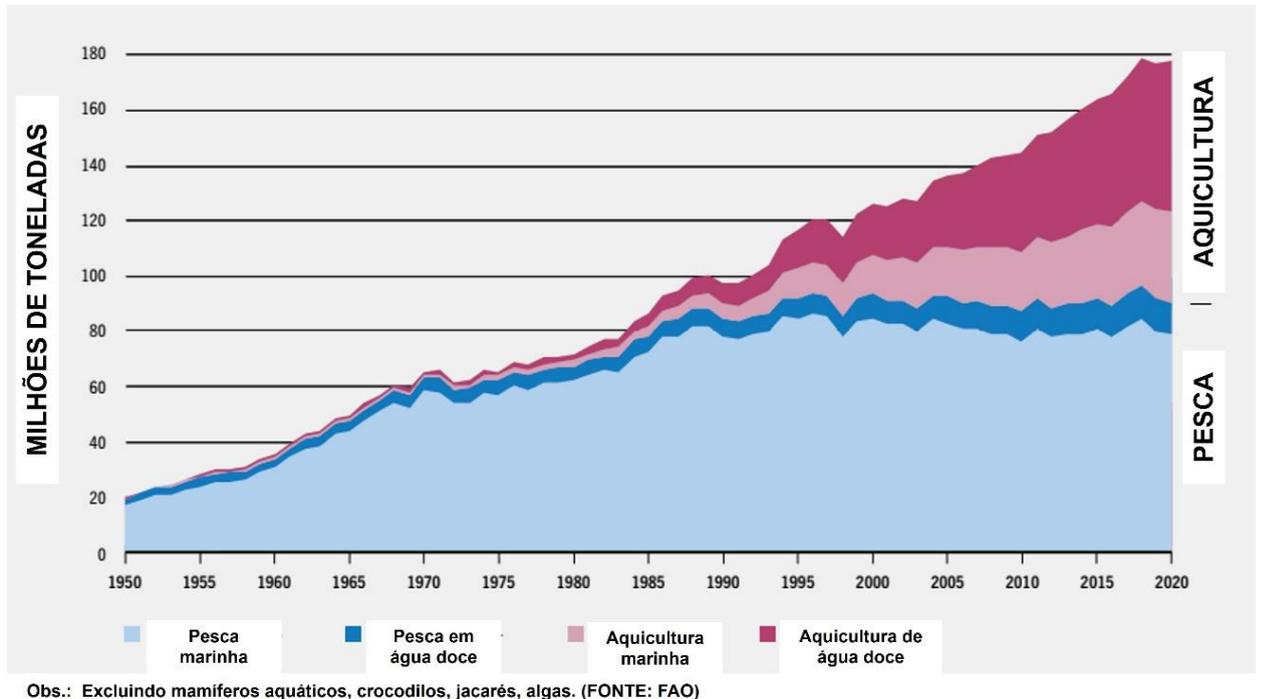


Figura 2. Comparativo da aqüicultura marinha, aqüicultura em água doce, pesca marinha e pesca em água doce entre os anos de 1950 e 2020 (FAO, 2022).

O Brasil ainda não é um país de grande destaque no cenário mundial da aqüicultura, mas apresenta dados importantes. Por exemplo, mais de 60 espécies de organismos aquáticos comestíveis e aproximadamente 250 espécies de peixes ornamentais, invertebrados e plantas aquáticas têm sido cultivados no Brasil. No entanto, a produção comercial de peixes para alimentação é dominada pela espécie exótica tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e pelos peixes nativos redondos tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos (Valenti *et al.*, 2021).

Com base na tradição, nas características de produção, na cadeia produtiva e na organização de produtores, a aqüicultura brasileira pode ser dividida em cinco grupos principais: peixes de água doce, camarões marinhos e de água doce, rãs, moluscos bivalves marinhos (mexilhões e ostras) (Figura 3), porém há outras espécies produzidas em pequena escala, como quelônios, jacarés, alguns invertebrados e macro e microalgas (Figura 4).



Figura 3. Principais espécies da aqüicultura brasileira (Valenti *et al.*, 2021; FAO, 2022) (Infográfico: Alcântara, 2024). (Imagens: *Pinterest*; *Fishcode*).



Figura 4. Outras espécies da aquicultura brasileira produzidos em menor escala (Valenti *et al.*, 2021; FAO, 2022) (Infográfico: Alcântara, 2024). (Imagens: Roberto Lacava/Ibama, 2015; Dwiputras; Cláudio Dias Timm, 2010; D Ross Robertson, 2024; Pinterest; Fishcode).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

A aquicultura no Pará é baseada na piscicultura continental (de água doce), na carcinicultura marinha e na ostreicultura, com predomínio da piscicultura, que responde por 23.200 toneladas de peixes nativos e está presente em seus 144 municípios, ocupando dessa forma, o 4º lugar no *ranking* brasileiro, com a produção de aproximadamente 17 espécies de peixes (Figura 5) (PEIXE BR, 2024; SIDRA/IBGE, 2024).



Figura 5. Produção aquícola no estado do Pará em 2022 (Adaptado de SIDRA/IBGE, 2024).

A produção de peixes de cultivo no Pará permaneceu estável, em 2023, sem variações significativas, distribuída em todos os municípios, destacando 10 maiores produtores, conforme dados preliminares de 2022, da Pesquisa da Pecuária Municipal, IBGE (Figura 6).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

Ranking	Município
1º	Paragominas
2º	Marabá
3º	Tucuruí
4º	Conceição do Araguaia
5º	Altamira
6º	Novo Repartimento
7º	Uruará
8º	Ipixuna do Pará
9º	Ulianópolis
10º	Xinguara

Figura 6. *Ranking* dos municípios que mais produzem peixes de cultivo no Pará (Fonte: IBGE, 2022).

O cultivo local continua estagnado, mesmo sendo um dos principais consumidores de peixes de cultivo do Brasil. Com três grandes bacias hidrográficas, o Estado possui vocação natural para a piscicultura. A promulgação da lei da piscicultura e sua regulamentação são essenciais para projetar o Pará na atividade. O setor produtivo aguarda com grande expectativa as análises processuais das solicitações de licenciamento ambiental, o que vai favorecer o crescimento da piscicultura paraense (PEIXE BR, 2024).

Considerando a Região do Rio Tapajós, foco dessa obra, prioritariamente, deve-se apontar que engloba os municípios de Aveiro, Itaituba, Jacareacanga, Novo Progresso, Rurópolis e Trairão (Figura 7).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

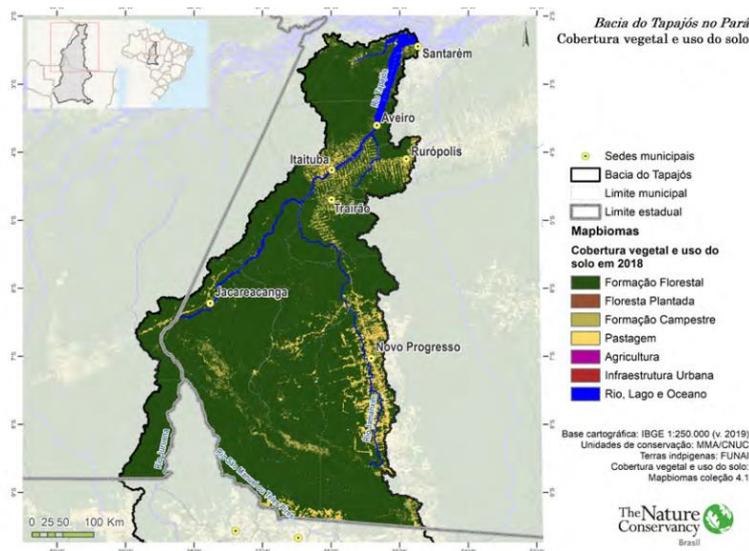


Figura 7. Classificação das zonas da bacia do rio Tapajós, segundo seu histórico de ocupação e a dinâmica socioeconômica ambiental (Fonte: *The Nature Conservancy*, 2021).

Há de se saber que a aquicultura nessa região é basicamente de piscicultura de água doce, em sistemas semi-intensivos de produção ou em pisciculturas familiares, geralmente, como atividade produtiva secundária, prevalecendo espécies como tambaqui e seus híbridos (tambacu e tambatinga), pintado, surubim, cachara e seus híbridos (pintachara e cachapira), piau, piapara, piaçu, piava, além da matrinxã e pirapitinga (Figura 8).

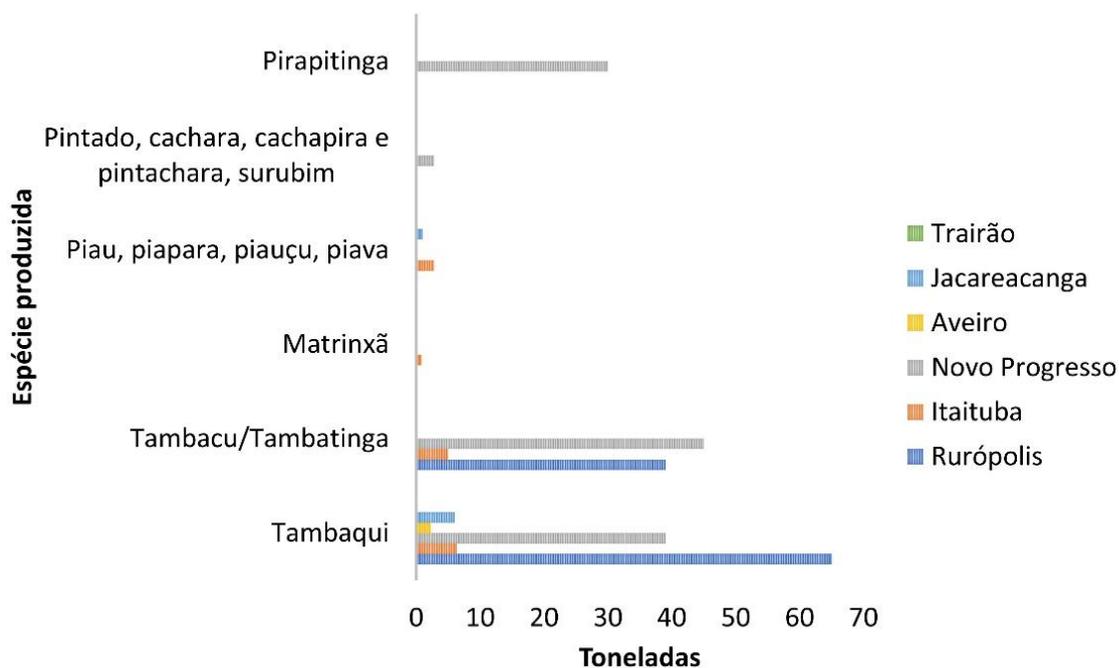


Figura 8. Produção piscícola na Região de Integração do Tapajós, em 2022 (SIDRA/IBGE, 2024).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

Muitos dos empreendimentos piscícolas não recebem assistência técnica especializada por parte dos órgãos de Assistência Técnica e Extensão Rural – ATER – por diversos motivos, dentre eles: o baixo número de postos de trabalho ofertados, profissionais qualificados e a informalidade de uma parcela dos piscicultores, que mantém a atividade no anonimato.

É importante que os aquicultores estejam registrados nos órgãos públicos para assim, estarem aptos a acessar recursos para investimentos em seus empreendimentos, receber orientação técnica especializada, contribuir para as estatísticas de produção aquícola e participar da produção de alimento para a produção tapajoara.

REFERÊNCIAS

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2022. Fishery and aquaculture statistics 2022. Roma: FAO. 266p.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário da Piscicultura 2024. 63p.

SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática). 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: 13 de fevereiro de 2024.

The Nature Conservancy, 2021. Análise das Normativas e Conhecimento dos Ribeirinhos sobre o acesso à água doce, pesca e recursos associados na Bacia do Rio Tapajós. Projeto Águas do Tapajós. 45 p.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. Aquaculture Reports, v. 19, n.100611), p. 1-18, 2021.



Capítulo II

LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA A AQUICULTURA

Aline Marculino de Alcântara

A Lei Ordinária Nº 6.713, de 25 de janeiro de 2005, que trata sobre a Política Pesqueira e Aquícola no Estado do Pará, regula as atividades de fomento, desenvolvimento e gestão ambiental dos recursos pesqueiros e da aquicultura.

Essa lei tem o objetivo de promover o ordenamento, o fomento e a fiscalização da pesca e da aquicultura; a exploração sustentável e a recuperação dos ecossistemas aquáticos; além do desenvolvimento econômico, social, cultural e profissional dos que exercem a atividade pesqueira e aquícola, bem como das comunidades envolvidas, em todo o território paraense. Para isso há alguns instrumentos, dentre eles o licenciamento ambiental, uma vez que é uma atividade causadora de impactos ambientais.

Conforme o Art. 1º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - Nº. 1, de 23 de janeiro de 1986, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

A aquicultura se enquadra nas atividades que necessitam de estudo de impacto ambiental (EIA) e elaboração do relatório de impacto ambiental (RIMA), por ser atividade modificadora do meio ambiente, em razão dos impactos ambientais que causa (Figura 9).





Figura 9. Impactos ambientais da aqüicultura (Adaptado de Lei Nº 9.665, de 19/07/2022) (Alcântara, 2024).

A Resolução CONAMA Nº. 413/2009 é a normativa que trata sobre o licenciamento ambiental da aqüicultura. Todas as etapas estão descritas, conforme a seguir:

- Caracterizar o empreendimento;
Fornecer informações como: tipo de atividade, a área total ou o volume que compõe o empreendimento, a espécie ou as espécies a serem produzidas e a estrutura de produção empregada; o volume útil (m³) utilizado na criação; engorda ou produção de formas jovens;
- Definir o porte do empreendimento aquícola (Figura 10);

		ATIVIDADE				
		Carcinicultura de água doce e Piscicultura em viveiros escavados Área (ha)	Carcinicultura de água doce e Piscicultura em tanque-rede ou tanque revestido Volume (m ³)	Ranicultura Área (m ²)	Malacocultura Área (ha)	Algicultura Área (ha)
PORTE	Pequeno	< 5	< 1.000	< 400	< 5	< 10
	Médio	5 a 50	1.000 a 5.000	400 a 1.200	5 a 30	10 a 40
	Grande	> 50	> 5.000	> 1.200	> 30	> 40

Figura 10. Classificação do porte do empreendimento aquícola (Adaptado de CONAMA nº 413/2009) (Alcântara, 2024).

- Definir o potencial de severidade das espécies (Figura 11);

		Característica Ecológica da Espécie			
		Autóctone ou Nativa		Alóctone ou Exótica	
		Não-carnívora/onívora/autotrófica	Carnívora	Não-carnívora/onívora/autotrófica	Carnívora
Sistemas de produção	Extensivo	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO
	Semi-intensivo	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	ALTA
	Intensivo	MÉDIO	MÉDIO	ALTA	ALTA

Figura 11. Classificação do empreendimento quanto ao potencial de severidade das espécies (Adaptado de CONAMA nº 413/2009) (Alcântara, 2024).

- Definir o potencial de impacto ambiental, associando potencial de severidade das espécies (Figura 12). São elas:
 - PB - pequeno porte com baixo potencial de severidade da espécie;
 - PM - pequeno porte com médio potencial de severidade da espécie;
 - PA - pequeno porte com alto potencial de severidade da espécie;
 - MB - médio porte com baixo potencial de severidade da espécie;
 - MM - médio porte com médio potencial de severidade da espécie;
 - MA - médio porte com alto potencial de severidade da espécie;
 - GB - grande porte com baixo potencial de severidade da espécie;
 - GM - grande porte com médio potencial de severidade da espécie;
 - GA - grande porte com alto potencial de severidade da espécie.

		POTENCIAL DE SEVERIDADE DA ESPÉCIE		
		Baixo (B)	Médio (M)	Alto (A)
PORTE	Pequeno	PB	PM	PA
	Médio	MB	MM	MA
	Grande	GB	GM	GA

Figura 12. Classificação do potencial de impacto ambiental considerando a severidade das espécies (Adaptado de CONAMA nº 413/2009) (Alcântara, 2024).

Antes de iniciar o processo de licenciamento ambiental, três itens devem ser observados:

1. Apresentação do requerimento de licenciamento ambiental que pode ser obtido em quaisquer dos órgãos estaduais ou municipais de meio ambiente, conforme modelo próprio do órgão;
2. Classificação do empreendimento aquícola feita pelo órgão ambiental licenciador;
3. Apresentação dos documentos e das informações pertinentes, de acordo com o enquadramento do empreendimento quanto à tipologia do licenciamento ambiental a ser utilizada (CONAMA nº 413/2009).

Devem ser considerados pontos específicos, como: criações integradas, sistemas de criação em que há recirculação de água, tratamento de efluentes, criações em áreas de proteção ambiental, além das políticas nacionais de recursos hídricos, de resíduos sólidos e a legislação da aqüicultura, nas esferas federal, estadual e municipal, quando houver. Isso porque pode ocorrer alguma normativa diferente que envolva esses itens.

No Estado do Pará, há normativas específicas que dão suporte ao licenciamento ambiental da atividade aquícola (Figura 13).

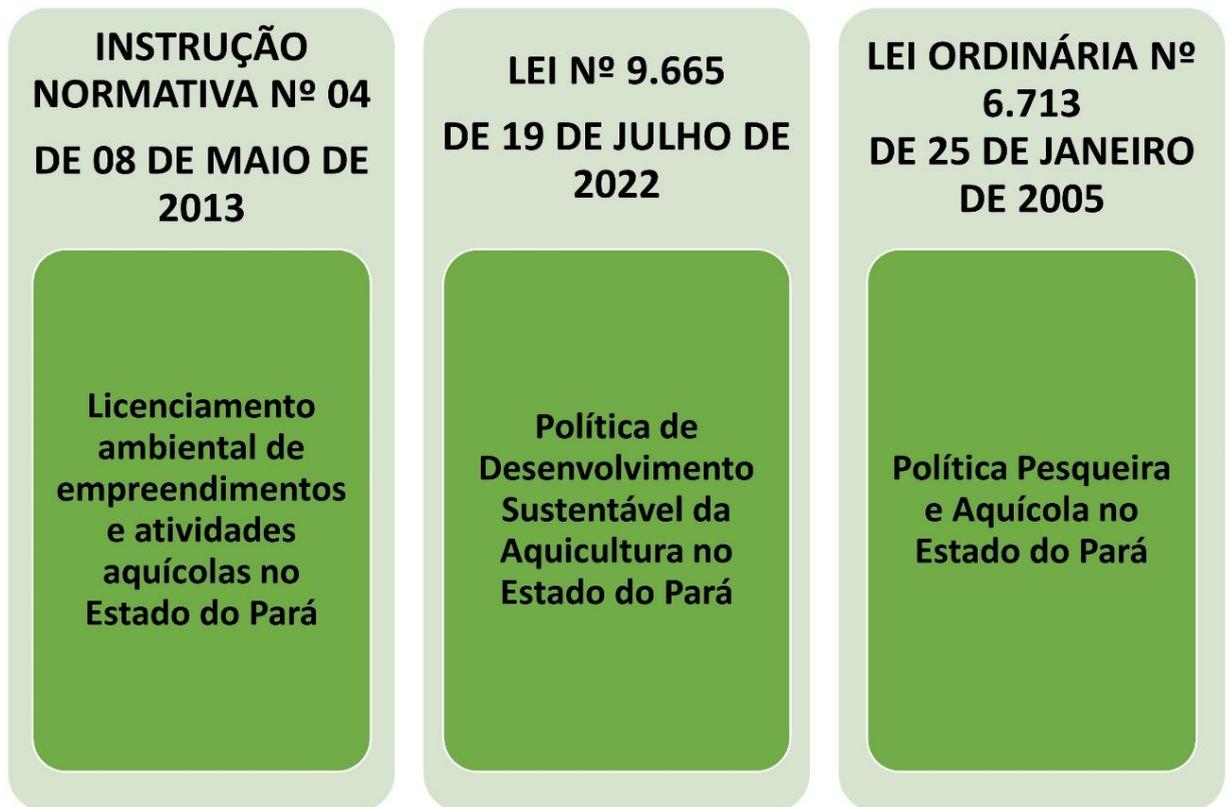


Figura 13. Legislação para a aqüicultura no Pará (Alcântara, 2024).

A Instrução Normativa Nº 04/2013 versa sobre os requisitos básicos para regularizar o empreendimento aquícola. Quando for o caso, o órgão ambiental exigirá, a outorga de recursos hídricos ou a declaração de dispensa de outorga, que é uma autorização para utilizar o curso d'água para a atividade (GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ, 2013).

Estão dispensados do licenciamento ambiental os empreendimentos e atividades aquícolas de pequeno porte que se encaixem nos requisitos da Figura 14 (Anexo I da IN Nº. 04/2013).

Aqüicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

ATIVIDADE	LICENCIAMENTO	UNIDADE DE MEDIDA (ÚTIL)	PORTE
Piscicultura continental e marinha em viveiros escavados e barragens	DLA	Área (ha)	Pequeno ≤ 3
	LAS		Médio $>3 \leq 50$
	Licença Ordinária		Grande > 50
Piscicultura continental e marinha em tanques-rede, tanques, raceways, ou similares	DLA	Volume (m ³)	Pequeno ≤ 500
	LAS		Médio $\geq 500 \leq 1.000$
	Licença Ordinária		Grande >1.000
Carcinicultura em viveiros escavados	DLA	Área (ha)	Pequeno ≤ 3
	LAS		Médio $>3 \leq 50$
	Licença Ordinária		Grande > 50
Ranicultura	DLA	Área (m ²)	Pequeno ≤ 500
	LAS		Médio $>500 \leq 1.500$
	Licença Ordinária		Grande > 1.500
Malacocultura	DLA	Área (ha)	Pequeno ≤ 4
	LAS		Médio $> 4 \leq 50$
	Licença Ordinária		Grande > 50
Algicultura	DLA	Área (ha)	Pequeno ≤ 4
	LAS		Médio $> 4 \leq 50$
	Licença Ordinária		Grande > 50
Piscicultura Ornamental	DLA	Indivíduos/ano	Pequeno $\leq 1.000.000$
	LAS		Médio $> 1.000.000 \leq 2.000.000$
	Licença Ordinária		Grande $> 2.000.000$

Figura 14. Classificação de empreendimentos de aqüicultura segundo o porte (Adaptado do Anexo I da IN Nº. 04/2013). DLA: Dispensa de Licenciamento Ambiental; LAS: Licença Ambiental Simplificada (Alcântara, 2024).

Mesmo que seja de pequeno porte, alguns empreendimentos aquícolas não podem ser dispensados do licenciamento ambiental, conforme descrito na Figura 15.

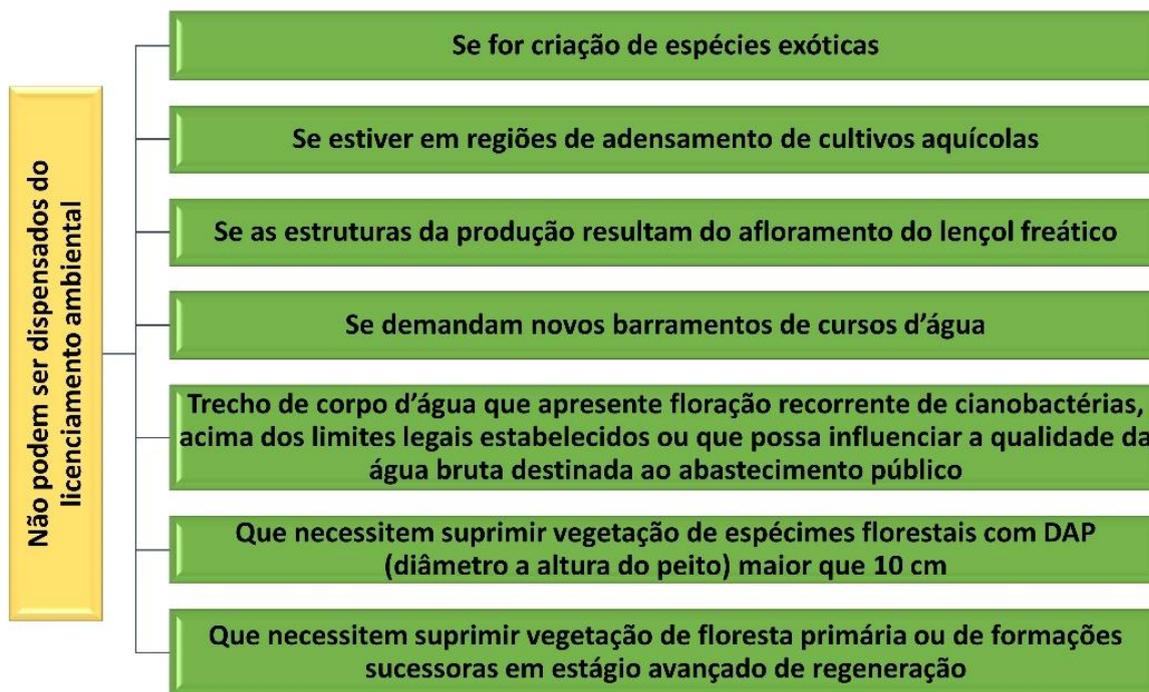


Figura 15. Casos específicos em que os empreendimentos aquícolas não podem ser dispensados do licenciamento ambiental. (Adaptado da IN Nº. 04/2013). (Alcântara, 2024).

Há casos em que será necessário o licenciamento ambiental ordinário, quando se tratar de empreendimentos e atividades aquícolas com enquadramento de grande porte, que deve passar pelas etapas de Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) (Figura 16).



Figura 16. Definição de LP, LI e LO (Adaptado de SEMAS-PA, 2021) (Alcântara, 2024)

Os estudos ambientais necessários para a Licença Prévia são (Figura 17):

EIA Estudo de Impacto Ambiental	RIMA Relatório de Impacto Ambiental	RCA Relatório de Controle Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> • Equipe multidisciplinar para avaliar as prováveis modificações nas diversas características socioeconômicas e biofísicas do meio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Documento que apresenta os resultados técnicos do EIA e explica todos os subsídios da proposta em estudo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exigido para empreendimentos rurais já instalados. São informações, levantamentos e estudos que visam à identificação de não conformidades legais e de impactos ambientais.

Figura 17. Definição de EIA, RIMA e RCA (Adaptado de SEMAS-PA, 2021) (Alcântara, 2024)

Apesar dos desafios, a atividade aquícola no Estado do Pará tem suporte legislativo para ser uma atividade sustentável, com a Lei N° 9.665, de 19 de julho de 2022, que dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Sustentável da Aqüicultura no Estado do Pará, associada ao Plano Estadual de Bioeconomia do Pará (2022).

Esses instrumentos renovam o compromisso com o interesse global de tornar a atividade de aqüicultura paraense mais sustentável, sem deixar de ser lucrativa, porém equilibrando as duas coisas, de modo que os resultados econômicos e sociais possam ser melhorados, permitindo que os recursos naturais utilizados no presente, estejam em condições de uso pelas futuras gerações. Para isso, a lei aponta alternativas, como descrito na Figura 18.

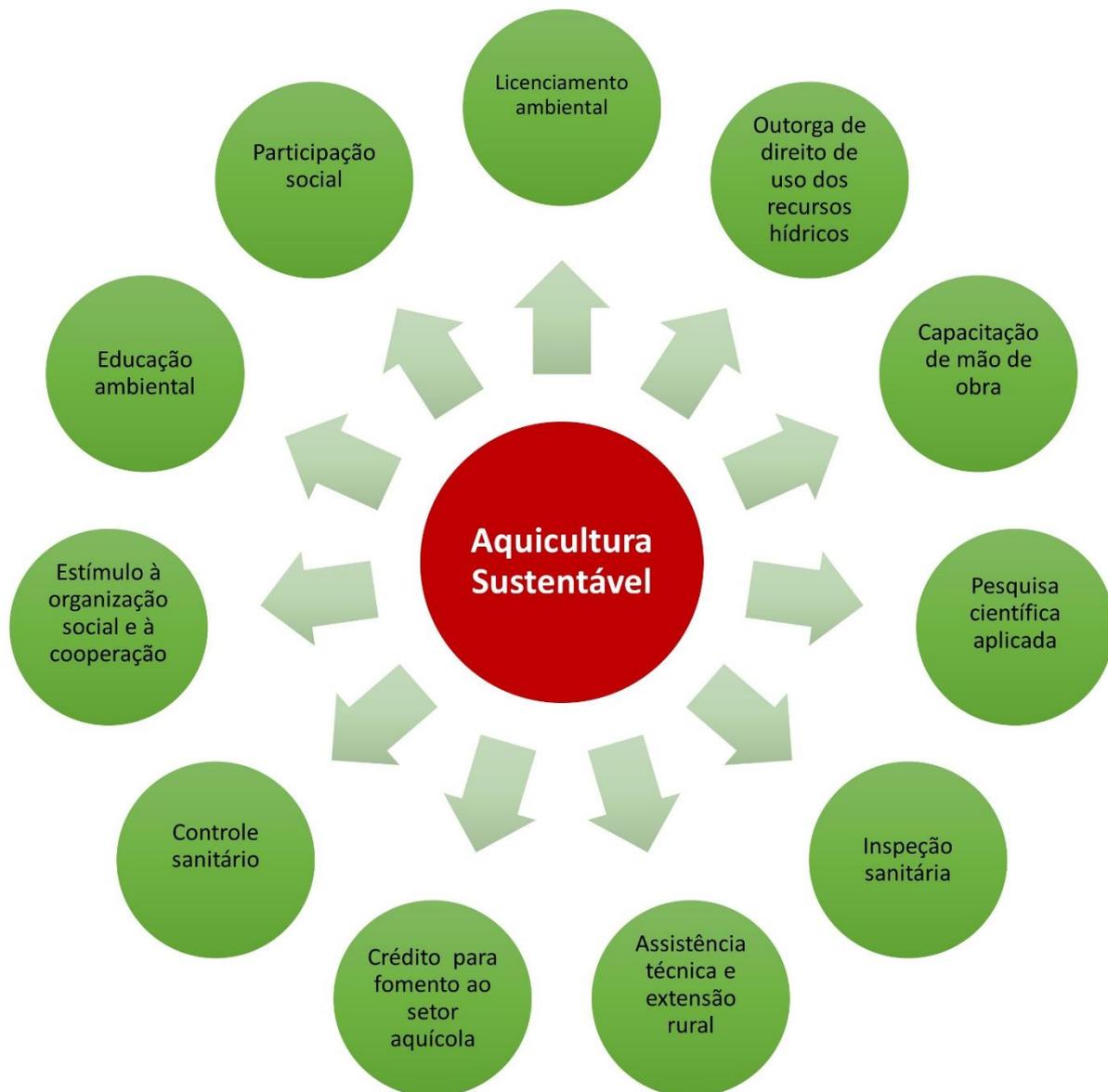


Figura 18. Formas para desenvolver a aqüicultura sustentável (Adaptado de Lei Nº 9.665, de 19/07/2022) (Alcântara, 2024).

Dada a importância da aqüicultura para a região amazônica, o Plano de Bioeconomia do Pará - Decreto Nº 2.746, de 9 de novembro de 2022 - ressalta que apesar do elevado potencial produtivo, o estado do Pará possui baixa representatividade na produção nacional da maioria dos tipos de produtos da aqüicultura, contribuindo com apenas 2% da produção nacional. Assumindo sua responsabilidade, o Estado tem o objetivo de criar linha de crédito específico para pesca artesanal e aqüicultura no Banpará-Bio (custeio e investimentos), e adequar os processos de acesso para maior aderência às necessidades dos aqüicultores e

pescadores artesanais, dessa forma os arranjos produtivos locais da pesca e da aqüicultura são alicerçados e incentivados.

Além disso, serão implantadas políticas de fomento para aqüicultura destinada a auxílio e incentivo à atividade, como doação de alevinos, equipamentos ou maquinários, construção e reforma de estações de aqüicultura de peixes amazônicos nos territórios de desenvolvimento do estado do Pará, para promover a atividade. Visa-se ainda fomentar e estruturar a cadeia produtiva o pirarucu (*Arapaima gigas*) e de outras espécies nativas, apoiando a implantação de laboratórios de alevinos, produção e cadeia de transformação da carne e subprodutos (beneficiamento do pescado).

É importante que se conheçam essas leis e os projetos de incentivo governamentais em torno da aqüicultura no Pará, assim, os aqüicultores que não são regularizados podem se regularizar em tempo hábil e aqueles que não são do ramo podem começar a se organizar. De qualquer forma, isso incentiva a produção aquícola no Estado, além de gerar emprego e renda. Entretanto, ressalta-se que há formas para mitigar os impactos negativos da atividade e estes devem ter prioridade.

REFERÊNCIAS

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Decreto Nº 2746, de 9 de novembro de 2022.** Institui o Plano Estadual de Bioeconomia (PlanBio) e cria o Comitê Executivo do Plano. [S. l.], 10 nov. 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Instrução Normativa Nº 04, de 8 de maio de 2013.** Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades aquícolas no Estado do Pará e dá outras providências. [S. l.], 10 maio 2013.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Lei Nº 9.665, de 19 de julho de 2022.** Dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Sustentável da Aqüicultura no Estado do Pará, revoga dispositivos da Lei nº 6.713, de 25 de janeiro de 2005. [S. l.], 20 jul. 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Lei Ordinária Nº 6713, de 25 de janeiro de 2005.** Dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola no Estado do Pará, regulando as atividades de fomento, desenvolvimento e gestão ambiental dos recursos pesqueiros e da aqüicultura e dá outras providências. [S. l.], 27 jan. 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO Nº 1, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. [S. l.], 17 fev. 1986.



Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO Nº 413, de 26 de junho de 2009.** Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura e dá outras providências. [S. l.], 26 jun. 2009.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Manual de Licenciamento Ambiental** – Belém: SEMAS, 2021. 75f.



CAPÍTULO III

COMPORTAMENTO EMPREENDEDOR APLICADO À AQUICULTURA

Aline Marculino de Alcântara

O empreendedorismo é um conjunto de comportamentos, que pode ser nato ou aprendido com o tempo e com as vivências (FERRARI, 2010) (Figura 19).



Figura 19. Características do comportamento empreendedor (Adaptado Ferrari, 2010); (Infográfico: Alcântara, 2024).

O empreendedor rural é aquele que busca a melhor maneira de organizar sua propriedade, procurando novos cultivos, melhores animais, tecnologias alternativas, com o intuito de expandir a produtividade e estabelecer estratégias de redução de custos (KAHAN, 2012; BRABO; SANTOS, 2020) (Figura 20).



Figura 20. Segmentos de atuação do empreendedor rural (Adaptado de Barros, 2021)

É importante destacar que o empreendedorismo causa um impacto positivo na sociedade, no que diz respeito ao conhecimento para a população menos favorecida, geração de emprego e renda, promove bem-estar, ajuda a desenvolver a economia local. Além de trazer benefícios para o próprio empreendedor (PEREIRA; MARCOS, 2014) (Figura 21).

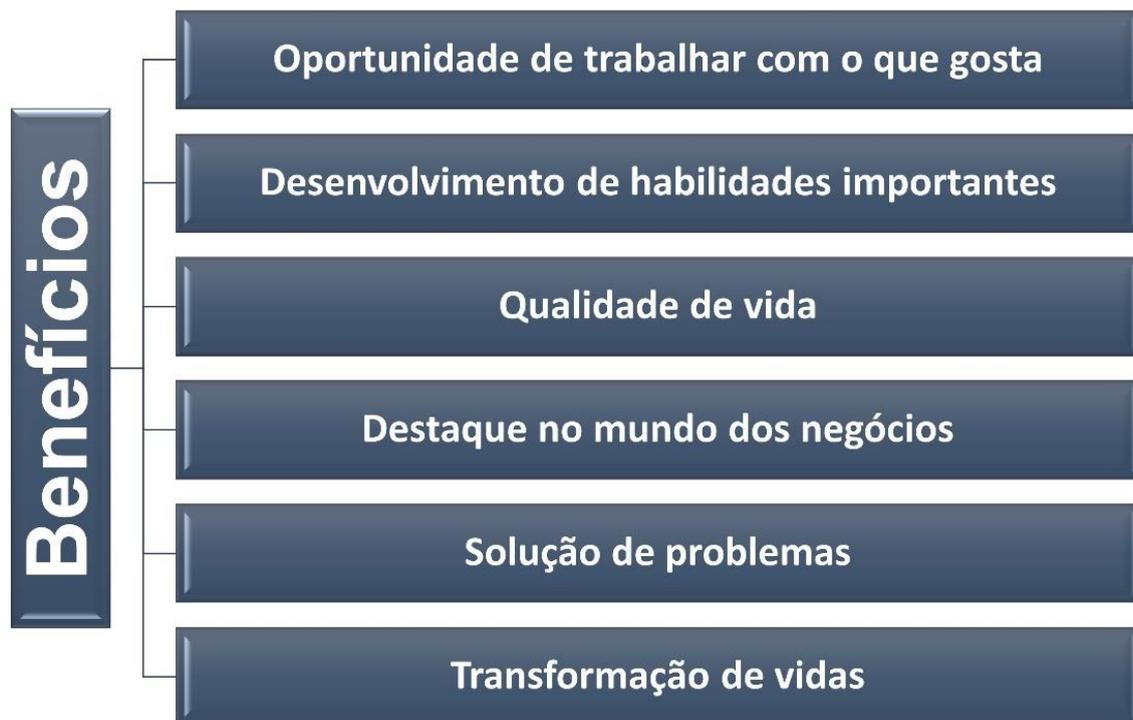


Figura 21. Benefícios do empreendedorismo (Adaptado de Pereira; Marcos; 2014) Alcântara, 2024.

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

Um bom empreendedor também busca se aperfeiçoar e aprende a se comunicar melhor, para estar mais próximo aos clientes, desenvolvendo técnicas de comunicação necessárias para se fazer presente no mercado (CASAQUI, 2018).

As muitas formas de comunicação precisam se adaptar ao cenário atual, o contexto social, à clientela, também deve ser de fácil acesso ao empreendedor, para que ele mesmo possa gerenciar essa tarefa, uma vez que fica oneroso dispor de recursos para isso. O empreendedor de sucesso deve conhecer e praticar as competências que o tornam mais propenso ao sucesso (Figura 22).



Figura 22. Competências do empreendedor de sucesso (Adaptado de Casaqui, 2018) (Alcântara, 2024).

Acompanhando essa tendência, muitas técnicas de *marketing* rural vêm sendo aplicadas aos produtos aquícolas. Inclusive, durante a pandemia da COVID-19, houve intenso movimento do *marketing* rural, que permitiu maior visibilidade ao setor, bem como inovações no trato com os clientes e disposição de produtos, que impulsionaram as vendas, mesmo em condições não usuais. Além disso, agregar valor ao pescado é uma das alternativas mais viáveis para diminuir o risco e incrementar a rentabilidade dos negócios (Figura 23).



Figura 23. Técnicas de *marketing* rural utilizadas na aqüicultura (Adaptado de Alcântara (2021)).

Para que o aqüicultor seja um empreendedor de sucesso, deve exercitar as técnicas de *marketing*, pois o mercado exige respostas mais complexas, inclusive com reavaliações constantes e ações capazes de promover respostas rápidas, pelo ingresso de novos concorrentes ou produtos, mudanças conjunturais, entre outros fatores (BRABO; SANTOS; 2020). O aqüicultor precisa se enquadrar em um dos tipos de empreendedorismo rural (Figura 24).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

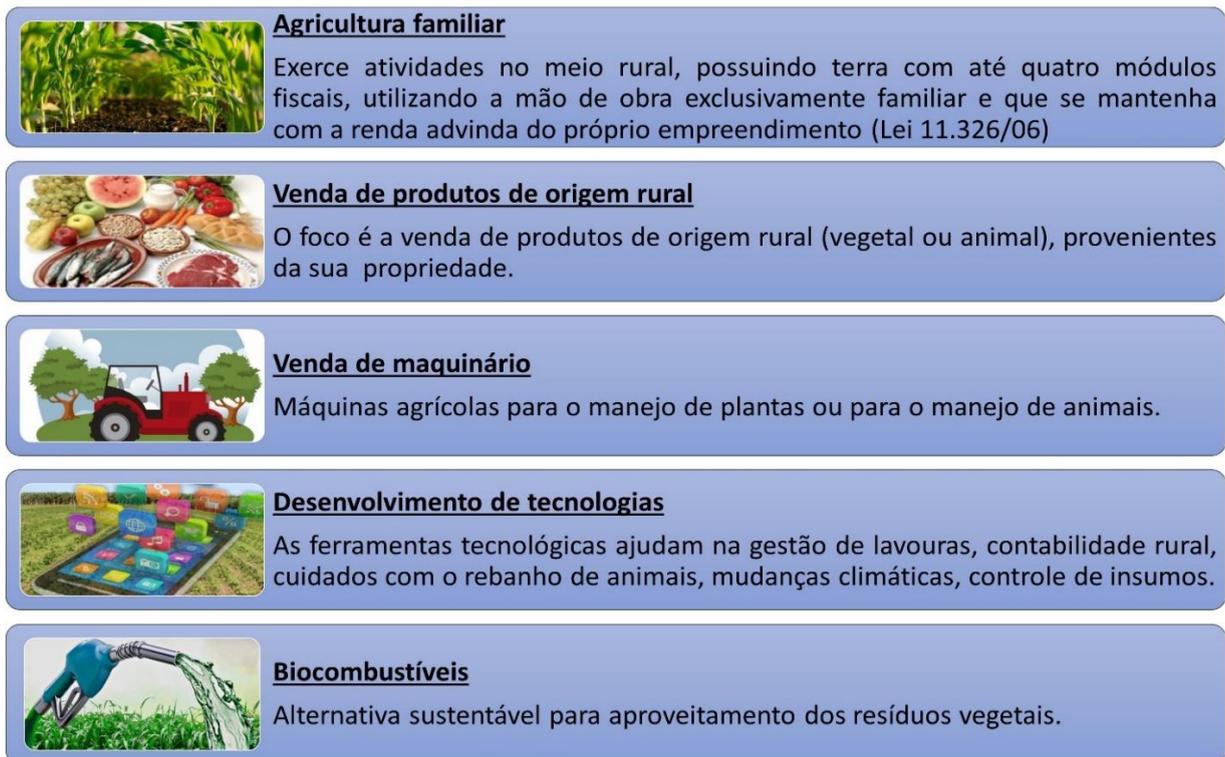


Figura 24. Tipos de empreendedorismo rural (Adaptado da Lei 11.326/06).

Para se tornar mais independente, o empreendedor rural pode se tornar um Microempreendedor Individual Rural (MEI Rural), ou seja, um profissional autônomo com Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ) (BRASIL, 2016).

O MEI Rural pode exercer atividades rurais/agrícolas formalizadas, assumindo obrigações e adquirindo direitos. Ao se formalizar, poderá emitir notas fiscais, contratar empregado, pagar tributos de forma mais simples e barata. Os trabalhadores autônomos que se enquadram nos requisitos legais (atividades permitidas) estabelecidos ao MEI Rural podem sair da informalidade e aproveitar as vantagens dessa política pública (SEBRAE, 2023) (Figura 25).

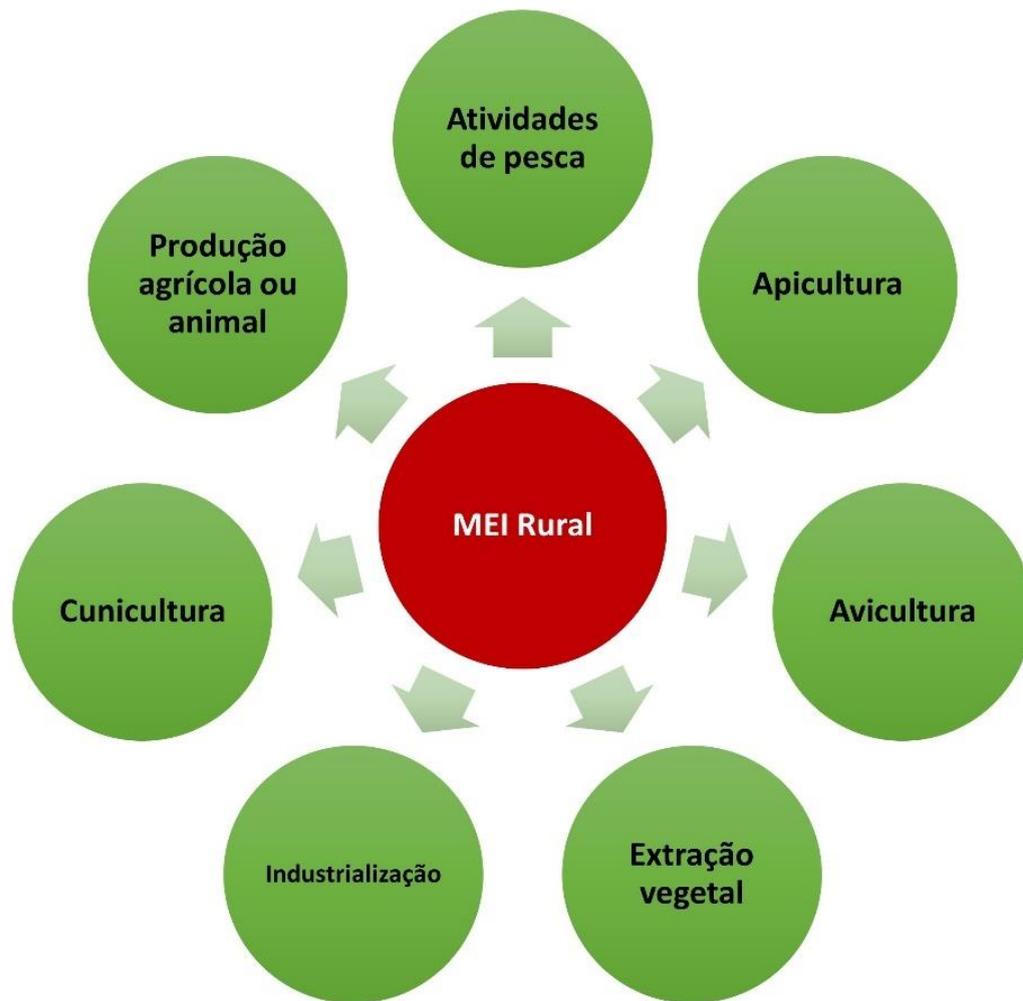


Figura 25 Atividades permitidas ao MEI Rural (SEBRAE, 2023)

Da mesma forma que ocorre com os demais MEI's, o faturamento anual do MEI Rural não pode passar de R\$ 81.000,00 ao ano, proporcionalmente ao número de meses de atividades (R\$ 6.750,00 por mês) (SEBRAE, 2023).

Importante!!

O MEI Rural poderá contratar apenas um empregado para o seu microempreendimento, com salário limite de um salário-mínimo e o titular do MEI Rural não poderá ser titular, sócio ou administrador de outra empresa (SEBRAE, 2023).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

O MEI Rural tem as mesmas obrigações que o MEI e devem ser respeitadas, já que o não cumprimento acarreta perda do CNPJ, multas e comprometimento do CPF do titular (SEBRAE, 2022) (Figura 26).

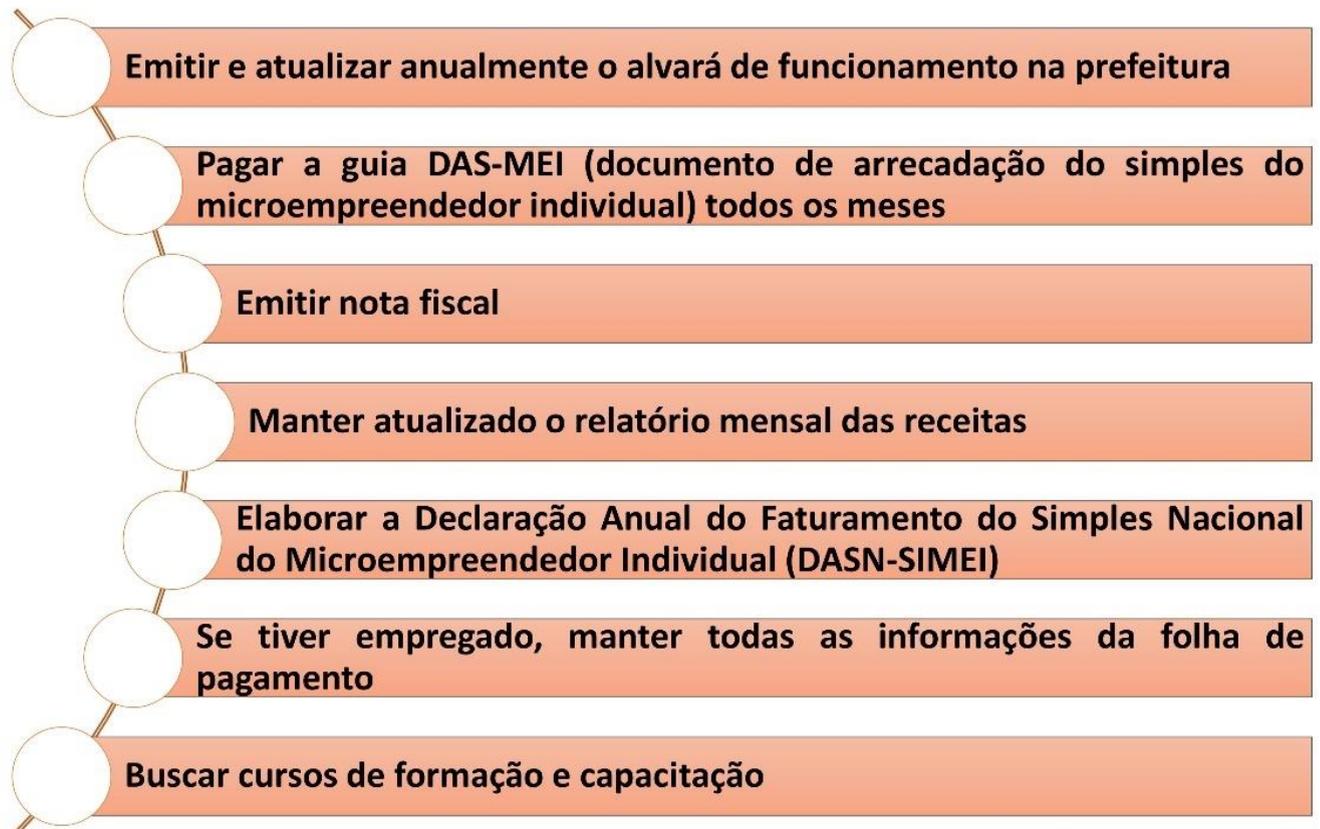


Figura 26. Obrigações do MEI (SEBRAE, 2022)

Ao se tornar um MEI, o empreendedor passa a ter acesso a uma série de direitos e benefícios destinados às empresas e empresários, garantindo vantagens financeiras, previdenciárias, tributárias e outras, como mostra a Figura 27 (SEBRAE, 2024).



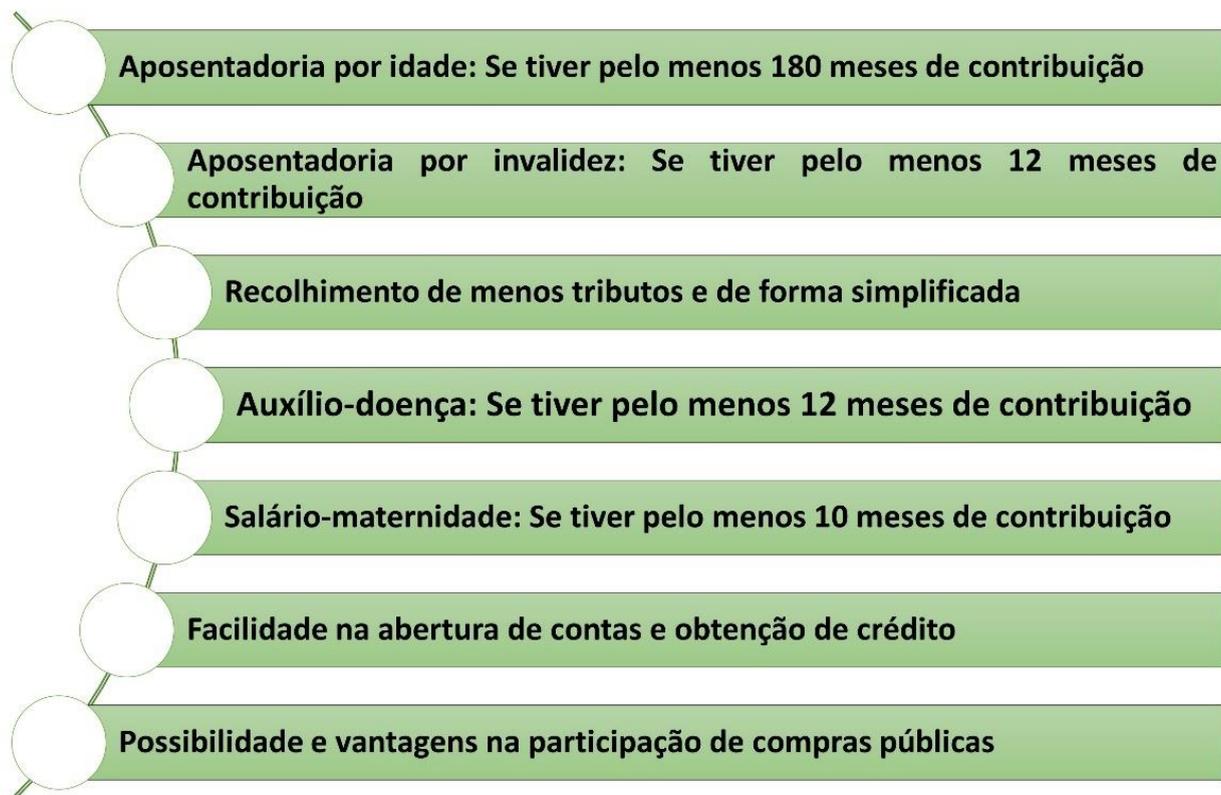


Figura 27. Benefícios do MEI (SEBRAE, 2024)

Antes de qualquer coisa, o empreendedor deve elaborar um estudo, chamado Plano de Negócios. Esse documento descreve por escrito os objetivos do negócio e serve para organizar a gestão e o planejamento da empresa, diminuindo os riscos e as incertezas. Além de indicar a ideia principal, ele mapeia quais são os objetivos e como alcançá-los (SEBRAE, 2013; RICHARDSON, 2023).

Estabelecida a ideia principal, o empreendedor identifica a missão e visão do negócio (Figura 28).





Figura 28. Descrição de Missão e Visão de um negócio (Adaptado de SEBRAE, 2013) (Alcântara, 2024).

A partir daí, o empreendedor visualiza o cenário cada vez mais amplo em torno da sua ideia, construindo o plano de negócios por etapas, analisando passo a passo, todos os detalhes, de modo a organizar os pormenores. Assim, o empreendedor pode detectar se aquele ramo promissor é viável ou não. O plano de negócios nem sempre trará uma resposta positiva, porém deve retratar a realidade, para que o produtor não tenha prejuízo. O plano de negócios é uma ferramenta importante para todo empreendedor (Figura 29) (SEBRAE, 2013; RICHARDSON, 2023).





Figura 29. Etapas do plano de negócios (Adaptado de SEBRAE, 2013)
 (Infográfico: Alcântara, 2024).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

Para fechar o plano de negócios, é indicado que a matriz F.O.F.A (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) seja utilizada. Essa matriz é uma ferramenta simples, mas muito efetiva, para avaliar as forças, oportunidades, fraquezas e ameaças de sua empresa (Figura 30).



Figura 30. Descrição dos itens da matriz F.O.F.A.

(Fonte: <https://pt.linkedin.com/pulse/matriz-swot-fofa-luciane-barboza>)

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, A.M.; EPIFÂNIO, C.M.F.; BENTES, A.P.; FARIAS, A.B.S. Cenário da piscicultura brasileira frente à pandemia da COVID-19. *In: Pesca e aquicultura [recurso eletrônico]: desafios na Amazônia Paraense / vários autores; organizado por Aline Marculino de Alcântara ... [et al.]. – Ananindeua: Editora Itacaiúnas, 2021.*

BARROS, G. R. 2021. O que é o empreendedorismo rural e quais são os tipos? Disponível em: <https://blog.tentoscrap.com.br/o-que-e-o-empreendedorismo-rural>. Acesso em 25 fev. 2024.

BRABO, Marcos Ferreira. Marketing aplicado ao pescado [livro eletrônico] / Marcos Ferreira Brabo, Marcos Antônio Souza dos Santos. – 1. Ed. – Bragança, PA: Marcos Brabo, 2020.

BRASIL. Lei Complementar Nº 155, de 27 de Outubro de 2016. MEI Rural. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp155.htm. Acesso em 25 fev. 2024.

BRASIL. Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em 23 fev. 2024.

CASAQUI, V. 2018. Estudos da cultura empreendedora no campo da comunicação: macroproposições, narrativas, inspiração. *Galaxia* (online): 37, 55-65.

FERRARI, R. Empreendedorismo para computação: criando negócios em tecnologia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 163 p.

KAHAN, D. Entrepreneurship in farming. Roma: FAO, 2012.

PEREIRA, R. A.; MARCOS, R. S. 2014. A importância do empreendedorismo para o resultado de uma empresa. **Revista da Faculdade de Administração e Economia**: 6 (1): 223-236.

Richardson, M. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2023. **Monte um plano de negócio fácil e simples**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/artigos/monte-um-plano-de-negocio-facil-e-simples,17f2850c4d8f2610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 25 fev. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2013. **Como elaborar um plano de negócios? SEBRAE: Brasília. 164 p.** Disponível em: <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Ufs/RN/Anexos/gestao-e-comercializacao-como-elaborar-um-plano-de-negocios.pdf>. Acesso em 25 fev. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2023. **MEI Rural: como formalizar sua empresa**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/artigos/home/mei-rural-como-formalizar-sua-empresa,2cde9b44da716810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 25 fev. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2022. **Obrigações do MEI: 6 responsabilidades que todo MEI deve cumprir**. Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/obrigacoes-do-mei>. Acesso em: 25 fev. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2024. **Como abrir um MEI?** Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/como-abrir-um-mei>. Acesso em: 25 fev. 2024.



Capítulo IV

ENERGIAS RENOVÁVEIS NA AQUICULTURA: INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

DOI: 10.36599/itac-978-85-9535-284-1_004

Fábio de Oliveira Amorim e Aline Marculino de Alcântara

Os problemas ambientais e os desafios da sustentabilidade são pauta para discussões em grupos de pesquisa, institutos de educação, fóruns, eventos, organizações não-governamentais (ONG's) ao redor do mundo, pela urgência que a causa exige. Diante das necessidades da população mundial, as atividades produtivas são essenciais, porém convém equilibrar essas atividades com os impactos ambientais que geram aos ecossistemas terrestres e/ou aquáticos.

Essa preocupação se torna maior em razão das mudanças climáticas, alvo de muitas das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que a Organização das Nações Unidas (ONU) apresenta para que a comunidade em geral trabalhe para alcançar. Alguns dos objetivos descritos estão intimamente conectados à aquicultura (Figura 31).

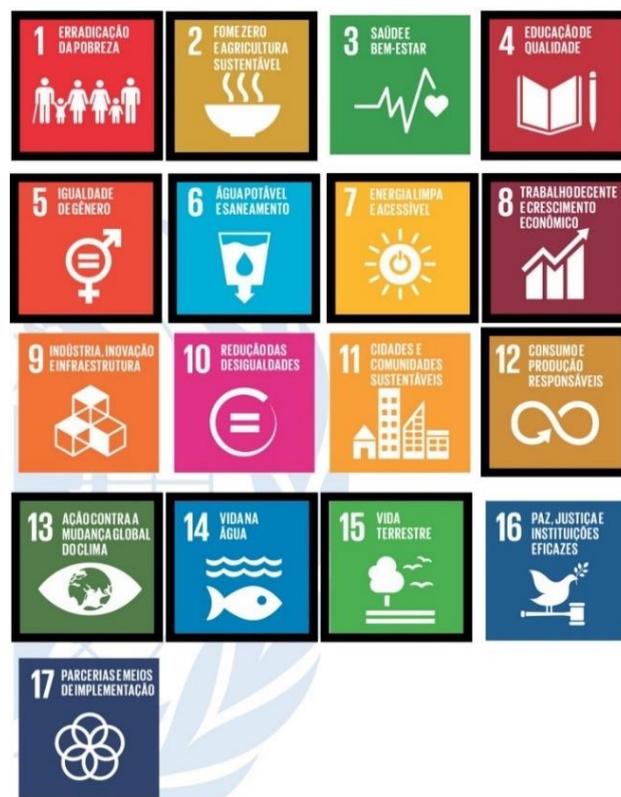


Figura 31. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que se aplicam à aquicultura
(Adaptado de Cavalli *et al.*, 2021).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

Nesse contexto, os aquicultores precisam se atualizar e pensar formas de tornar a aquicultura mais sustentável, de modo a utilizar racionalmente os recursos naturais equilibrando todos os fatores que envolvem o desenvolvimento sustentável: social, político, ético, econômico, cultural e ambiental, inclusive em destaque no capítulo II (VALENTI, 2002; VALENTI, 2008; Lei Nº 9.665/2022).

Uma das formas possíveis de viabilizar essa aquicultura sustentável é aliar a atividade ao uso de energias renováveis (Figura 32).

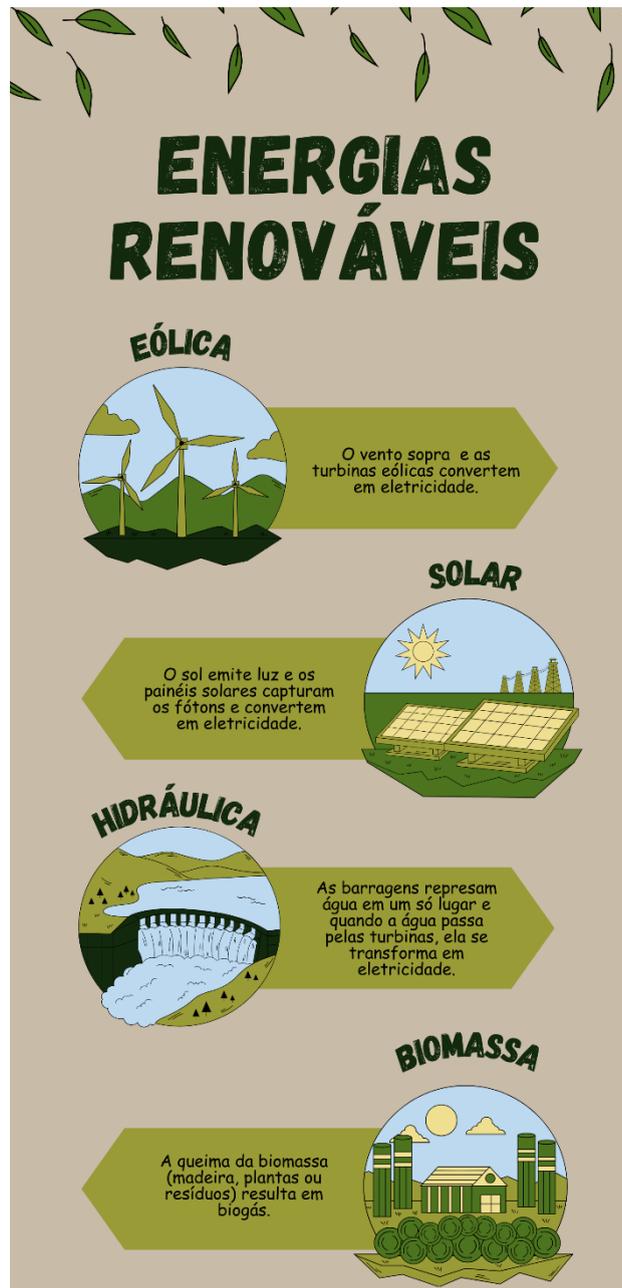


Figura 32. Energias renováveis que podem ser aplicadas à aquicultura (Infográfico: Alcântara, 2024).

Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

Para que seja possível, é de máxima importância que sejam feitos estudos de viabilidades técnica e econômica para tal atividade à base de energia renovável, uma vez que mesmo sendo energia limpa, há custos para implantação, bem como impactos ambientais, mesmo que estes sejam muito menores que a forma de energia convencional, proveniente de fontes fósseis (AGUILAR *et al.*, 2012).

A utilização das energias renováveis é promissora no Brasil e as atividades produtivas, dentre elas a aquicultura, que também gera impactos ambientais, tem se beneficiado para promover uma aquicultura sustentável, mais compatível com os conceitos pautados mundialmente, acerca das preocupações ambientais (Figura 33).



Figura 33. Benefícios das energias renováveis aplicadas à aquicultura. (Infográfico: Alcântara, 2024).

No Brasil, há casos de sistemas aquícolas que funcionam à base de sistemas fotovoltaicos, em sistemas de criação intensiva e de aquaponia. É importante destacar que antes de implantar esses sistemas, devem ser realizados estudos de viabilidade técnica, em que são analisados os equipamentos que estarão conectados ao sistema e o tempo de uso diário, de modo que assim, possa ser feita uma estimativa do

consumo total diário, bem como o consumo total mensal. Em seguida, deve-se analisar o custo mensal desse consumo, no sistema convencional, para que possa ser comparado quando da implantação do sistema fotovoltaico.

Além disso, é necessário um projeto para instalação de um sistema fotovoltaico, considerando fatores como custos dos equipamentos, taxas e impostos, vida útil do sistema, para que se tenha possibilidade de analisar de forma ampla e assim, emitir um parecer favorável ou não quanto às viabilidades técnica e financeira.

Em se tratando de energia eólica, um exemplo é o projeto *Aquawind*, que foi iniciado nas Ilhas Canárias, Espanha. Esse projeto pretende combinar a produção de energia renovável *offshore* (alto mar) e piscicultura em uma plataforma flutuante (SÁNCHEZ, 2022).

Para manter a competitividade e controle dos custos de produção na aquicultura moderna é importante aliar o sistema de criação à energia renovável. Para isso, o governo federal tem incentivado a procura por linhas de crédito rural específicas para essa finalidade, com destaque para quatro linhas de crédito para empresas, pessoas físicas e agronegócio voltados para projetos que promovam a utilização de energias renováveis, redução de insumos, resíduos e descarregados de gases contra o efeito estufa (AQUACULTURE BRASIL, 2021).

Inclusive não se aplica apenas para sistemas de produção, mas no elo final da cadeia produtiva, o beneficiamento do pescado. Há agroindústrias do pescado investindo em sistemas de energias renováveis, como forma de agregar valor aos resíduos, de modo que assim, apresenta-se como uma possível solução para a sustentabilidade do desenvolvimento que vem sendo previsto para o setor, viabilizando de forma mais sólida este crescimento. Dentro desta perspectiva, as empresas utilizam os resíduos do processamento para a produção de biocombustíveis (SOBREIRO; LIMA, 2020).

Diante disso, muitos são os benefícios da aplicação das energias renováveis no meio aquícola, porém devem ser considerados a viabilidade financeira e o tempo necessário para retorno do investimento, bem como os impactos ambientais da implantação que, apesar de menores, estão presentes. Mesmo assim, é um dos caminhos para uma aquicultura mais sustentável.

Levando-se em consideração a Região de Integração do Tapajós e suas características solarimétricas extremamente favoráveis, o estudo abordará o uso de sistemas fotovoltaicos e o dimensionamento de projetos.



Aquicultura no Tapajós: Alternativa Bioeconômica

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade através do efeito fotovoltaico. Existem na natureza materiais classificados como semicondutores, que se caracterizam por possuírem uma banda de valência totalmente preenchida por elétrons e uma banda de condução totalmente vazia a temperaturas muito baixas.

Os sistemas fotovoltaicos são classificados em *on-grid* (conectados diretamente à rede elétrica) e *off-grid* (sistemas isolados). Nos sistemas *on-grid*, a energia gerada é injetada diretamente na rede elétrica da concessionária de energia local, utilizando o sistema de compensação de consumo de energia (Figura 34).

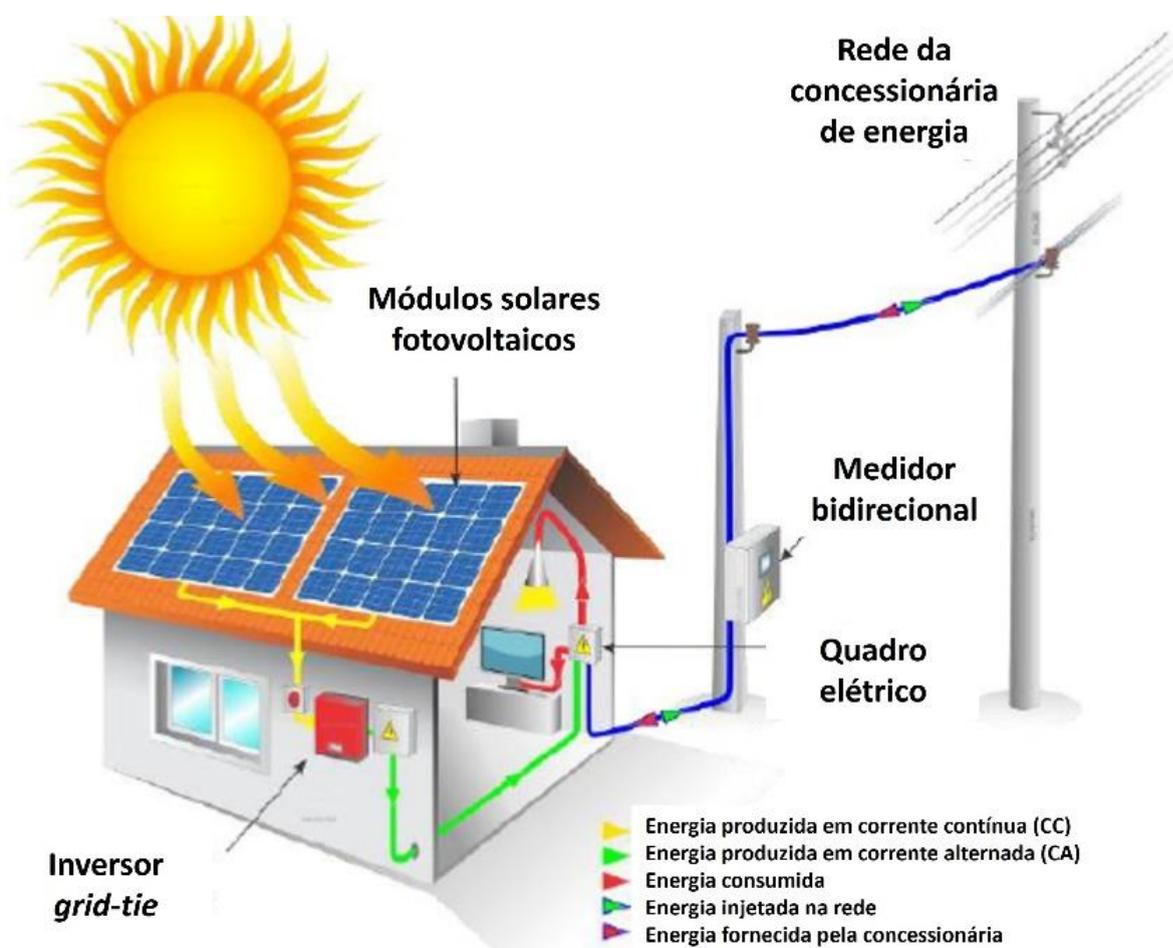


Figura 34. Sistema *on-grid*. (Adaptado de SEBRAE RESPOSTAS, 2020).

Estes sistemas utilizam grande número e painéis fotovoltaicos e não utilizam armazenamento de energia pois toda a geração é entregue diretamente a rede. Já sistemas isolados (*off-grid*), em geral, utilizam-se de alguma forma de armazenamento de energia, como é o caso do uso de banco de baterias (Figura 35).

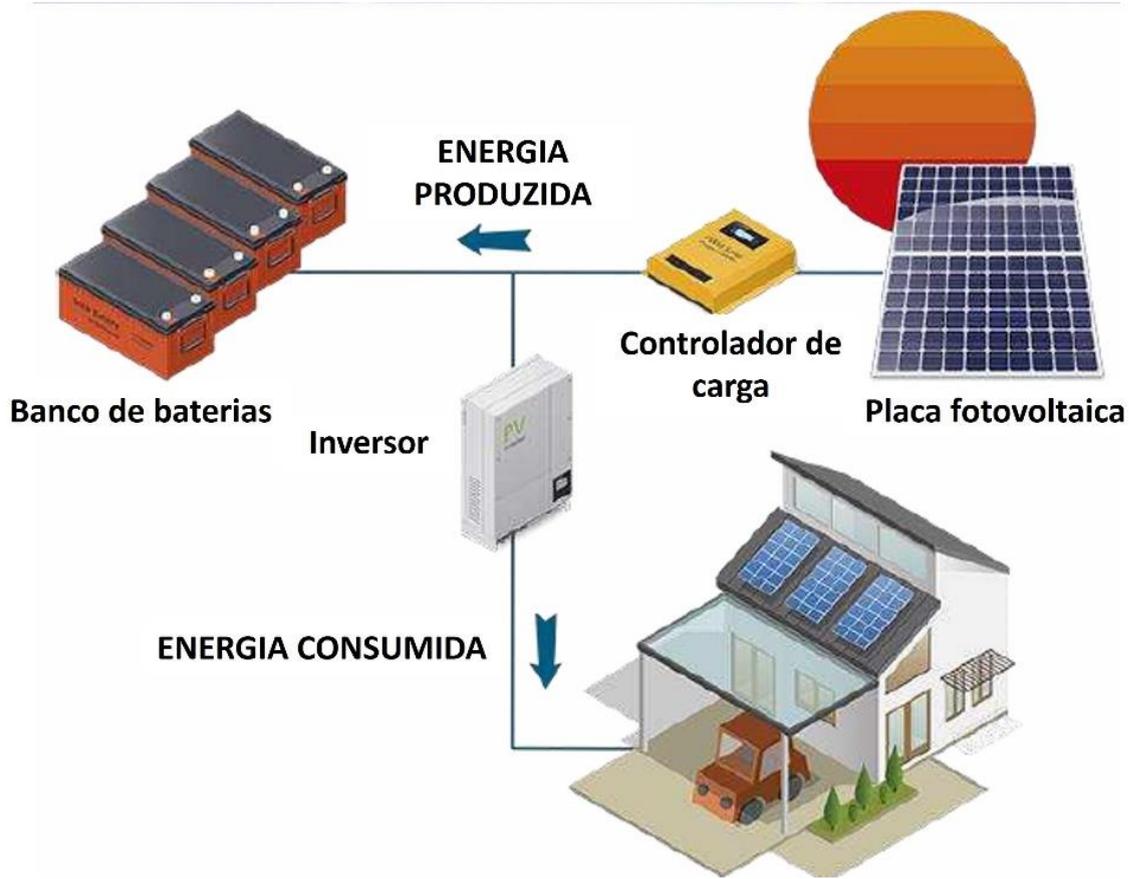


Figura 35. Sistema *off-grid*. (Adaptado de ECO Aquecedores, 2024).

Nos sistemas isolados, o banco de baterias pode atuar sendo consumido e, ao mesmo tempo, armazenando energia.

Para o estudo de sistema fotovoltaicos e seus respectivos dimensionamentos, faz-se necessário, hipoteticamente, realizar o levantamento de cargas.

Levantamento de cargas

Para o levantamento de carga (consumo de energia), foram considerados os seguintes equipamentos elétricos que, hipoteticamente, seriam utilizados na piscicultura familiar: aerador, bomba d'água, balança digital e alimentador automático, levando em consideração o consumo (Wh) pelo uso diário e mensal (Figura 36).



Figura 36. Levantamento de cargas na aquicultura familiar (Adaptado de (Adaptado de Delta Solar, 2021).

Essa estimativa se baseou na potência (W) de cada equipamento e o tempo de uso (horas/dia), compuseram a fórmula:

$$\text{Consumo de energia diário (Wh)} = \text{Potência (W)} \times \text{Uso diário (h)}$$

A partir do consumo de energia diário estimado de cada equipamento, foi calculado o valor total mensal, multiplicando por 30 dias, tendo, portanto, o total em Wh e após isso, convertendo em kWh.

Para o dimensionamento dos projetos fotovoltaicos, *on-grid* ou *off-grid*, é necessário conhecer os principais equipamentos do sistema e suas respectivas características de dimensionamento, quais sejam: painéis solares, inversores, cabos, conectores, controladores de carga e banco de baterias.

Painéis solares

O painel solar é um dos principais equipamentos de um sistema solar fotovoltaico, pois é o responsável pela transformação da energia radiante do sol em energia elétrica. Sendo que esses painéis são constituídos por células fotovoltaicas (células fotoeletroquímicas) ou simplesmente “células solares” (FERIOLI *et al.*, 2022) (Figura 37).



Figura 37. Painel fotovoltaico (RAIMUNDO, T. H. A, 2023).

Para o levantamento da quantidade de painéis solares necessários, foram considerados aqueles com potência de 280 W, mais comumente utilizados nos sistemas fotovoltaicos, além da irradiação solar de 4,95 kWh/m² no município de Itaituba (PEREIRA *et al.*, 2017) e uma perda estimada em 20%, relacionada a fatores que podem influenciar na absorção dos raios solares pelas placas, compondo uma fórmula para calcular a energia gerada por painel (Wh), conforme abaixo:

$$\text{Energia gerada por painel (Wh)} = \text{Potência por painel} \times \text{Irradiação solar} \times (1 - \% \text{ de perda})$$

Para a conversão da energia gerada por painel de Wh para kWh, basta dividir por 1000. Em seguida, deve-se obter esse valor mensal, conforme fórmula a seguir:

$$\text{Energia gerada por painel (kWh/mês)} = \text{Energia gerada por painel (kWh)} \times 30 \text{ (dias)}$$

Considerando o consumo mensal na propriedade rural, pode-se estimar a quantidade de painéis a serem utilizadas através da seguinte fórmula:

$$\text{Quantidade de painéis solares} = \frac{\text{Consumo mensal (kWh)}}{\text{Energia gerada por painel (kWh/mês)}}$$

Inversor

Os inversores são utilizados para converter a energia de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), possibilitando o uso da energia elétrica gerada pela energia solar fotovoltaica (FERIOLI *et al.*, 2022) (Figura 38).



Figura 38. Inversor *on-grid* (Solar & Sol Aquecedores, 2022).

Para o sistema em estudo, o inversor converterá a tensão contínua de 24 Vcc para as tensões alternadas de 127 Vca e 220 Vca, compatíveis com as cargas dos equipamentos elétricos utilizados na piscicultura familiar em questão.

Para o cálculo da potência total nos painéis foi utilizada a seguinte fórmula, ressaltando que a potência do painel (em kW) é a de fábrica (280 W), sem considerar valores de radiação solar e as perdas:

$$\text{Potência total em painéis (kW)} = \text{Quantidade painéis} \times \text{potência painel (kW)}$$

A partir dessa potência total dos painéis, pode-se determinar a potência do inversor que será utilizado, mediante as várias opções que o mercado oferece, devendo ser considerado também um *overload* de 20%. O percentual de *overload*



refere-se à potência máxima em que o inversor pode trabalhar acima de sua potência projetada, que se refere à margem de segurança do equipamento.

Cabos e conectores

Quanto aos cabos e conectores, para esse projeto serão utilizados cabos de 4 mm² e conectores MC4, específicos para sistemas fotovoltaicos de pequeno porte (Figura 39).



Figura 39. Conector tipo MC4 macho (esquerda) e fêmea (direita) (PRONATEC, 2021).

Controladores de carga

Controladores de carga possuem a função de proteger as baterias contra descargas profundas e excesso de carga. Isso influencia no aumento da vida útil das baterias, garantindo assim que toda energia produzida pelos painéis solares seja armazenada de forma eficiente nos bancos de baterias (FERIOLI *et al.*, 2022) (Figura 40).



Figura 40. Controlador de carga PWM (SolarPro, 2022)

Para calcular a corrente total (A) dos controladores de carga, foi considerada a corrente contínua de 24 Vcc, através da seguinte fórmula:

$$\text{Corrente total (A)} = \frac{\text{Produção (Wh)}}{\text{Corrente contínua (Vcc)}}$$

A partir desse cálculo, será escolhido o controlador com corrente que atenda à necessidade, considerando que no mercado os controladores de carga são vendidos com corrente variando, comumente, de 10 A a 100 A. É possível que o sistema fotovoltaico necessite de mais de um controlador de carga para controle dos circuitos de forma independente.

Banco de baterias

As baterias armazenam a energia elétrica destinada ao fornecimento de energia em caso de picos de consumo ou em caso de falha no sistema de retificação e/ou na falta de energia primária, que trabalham em local fixo (FERIOLI *et al.*, 2022).

São os equipamentos que elevam o custo dos sistemas, pois além da constante manutenção e/ou reposição necessária, existem exigências nas condições de instalação, que estão relacionadas à questão de ter um cômodo separado, que possa ser fechado com acesso somente de pessoas capacitadas (DA SILVA *et al.*, 2019).

São utilizadas baterias estacionárias, aplicadas a funções que demandam por longos períodos de corrente elétrica moderada, ao invés de sobrecargas por poucos segundos e são recomendadas para serem utilizadas em sistemas fotovoltaicos, pois são construídas com materiais mais nobres, para que tenha maior durabilidade, além de suportar ciclos profundos (até 80%) característicos dos sistemas de energia solar fotovoltaicos (SOLAR BRASIL, 2016) (Figura 41).





Figura 41. Bateria estacionária ((RAIMUNDO, T. H. A, 2023).

A vida útil das baterias estacionárias está relacionada principalmente ao tempo de carga e descarga, ou seja, quanto mais lentas forem as cargas e descargas, maior será a durabilidade deste equipamento (BERTO, 2021), dependendo da marca, pode chegar a 5 anos. Após uso pelo tempo previsto, as baterias devem ser devolvidas aos fabricantes para o adequado descarte, obedecendo à RESOLUÇÃO CONAMA N° 401, de 4 de novembro de 2008, que estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências (BRASIL, 2008).

Considerando que a capacidade das baterias estacionárias é de 70 Ah, a quantidade de baterias utilizadas no sistema fotovoltaico isolado (*Off-Grid*) foi calculada a partir da fórmula:

$$\text{Quantidade de baterias} := \frac{\text{Corrente do banco de bateria (Ah)}}{\text{Capacidade da bateria estacionária (Ah)}}$$

Sendo que, a corrente do banco de baterias (Ah) foi calculada a partir da potência do inversor (kW), considerando a premissa de 10 Ah para cada 100 W. Além disso, a capacidade da bateria estacionária utilizada foi a de 70 Ah.

É importante ressaltar que, para a garantia do funcionamento do sistema fotovoltaico projetado de forma segura e ininterrupta, todos os equipamentos que foram previstos e dimensionados estão adequados para atender às necessidades básicas sem que haja problemas provenientes de sobrecarga elétrica.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R.S.; OLIVEIRA, L.C.S.; ARCANJO, G.L.F. 2012. Energia renovável: os ganhos e os impactos sociais, ambientais e econômicos nas indústrias brasileiras. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. p. 1-11.
- AQUACULTURE BRASIL. 2021. ACESSIBILIDADE NA AQUICULTURA: LINHAS DE CRÉDITO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR. Disponível em: <http://https://www.aquaculturebrasil.com/noticia/219/acesibilidade-na-aquicultura:-linhas-de-credito-para-geracao-de-energia-solar>. Acesso em 22. Fev. 2024.
- BERTO, Alessandra. Você sabe interpretar a capacidade (Cn) de uma bateria? Blog Solar Brasil. 08 jul. 2021. Disponível em: <https://www.solarbrasil.com.br/blog/voce-sabe-interpretar-a-capacidade-cn-de-uma-bateria/>. Acesso em: 01 de dezembro de 2023.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). RESOLUÇÃO CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
- CAVALLI, L.S.; ROCHA, A.F.; BRITO, B.G.; BRITO, K.C.T.; ROTTA, M.A. 2021. Major Sustainable Development Goals applied to Aquaculture. Pesquisa Agropecuária Gaúcha: 27 (1), 110-126.
- DA SILVA, Heitor Marques Francelino; ARAÚJO, Francisco José COSTA. Energia solar fotovoltaica no Brasil: uma revisão bibliográfica. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 8, n. 3, p. 859-869, 2022.
- DELTA SOLAR. FORA DA REDE – Isolado – Sistema solar fotovoltaico off grid. MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA, 2021. Disponível em <https://microgeracaofv.wordpress.com/2021/04/21/fora-da-rede-isolado-sistema-solar-fotovoltaico-off-grid/>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- ECO Aquecedores. 20 jan. 2024. Energia Solar Fotovoltaica Off Grid. Disponível em <https://www.ecoaquecedores.com.br/energia-solar-fotovoltaica-off-grid/>. Acesso em 19/03/2024.
- FERIOLI, K. C. O.; VILHENA, A. L.; AGUIAR, M. A. S.; ARRIFANO, R. C. D.; CORRÊA, F. Projeto de Sistema fotovoltaico isolado (OFF GRID) para residências. IESAM: Belém. V. 22. 2022. Disponível em: Disponível em: https://www.academia.edu/download/50477944/Projeto_de_Sistema_Fotovoltaico_Isolado_OFF-GRID.pdf, Acesso em 31 de outubro de 2023.
- PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. Atlas brasileiro de energia solar. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>.

PESCADO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – BRASIL. Revista gestão e sustentabilidade ambiental: 9: 486-502.

PRONATEC – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. Eletricista de Sistemas de Energias Renováveis. Ministério da Educação. 1ª edição. 2021.

RAIMUNDO, T. H. A. 28 jan 2023. Curso Projetando e Dimensionando Sistema Fotovoltaico. Disponível em www.thiagoraimundo.eng.br. Disponível em 19/03/2024.

SÁNCHEZ, N. M. 2022. AQUICULTURA E ENERGIA EÓLICA: CONHEÇA O PROJETO AQUAWIND. Disponível em: <http://https://www.aquaculturebrasil.com/noticia/511/aquicultura-e-energia-eolica:-conheca-o-projeto-aquawind#:~:text=Os%20setores%20de%20aquicultura%20e,aproveitar%20a%20energia%20dos%20ventos>. Acesso em 22 fev. 2024.

SEBRAE RESPOSTAS. 30 mai. 2020. Energia e Combustível. Energia Solar: qual a diferença entre sistema On Grid e Off Grid? Disponível em: <https://respostas.sebrae.com.br/energia-solar-qual-a-diferenca-entre-sistemas-on-grid-e-off-grid/>. Acesso em 19/03/2024.

SOBREIRO, A.A.; LIMA, J. 2020. ENERGIAS RENOVÁVEIS: OPORTUNIDADES PARA O PROCESSAMENTO DE

SOLAR BRASIL. Como escolher a bateria para um sistema de energia fotovoltaica Offgrid?. Blog Solar Brasil. 15 nov. 2016. Disponível em: <https://www.solarbrasil.com.br/blog/como-escolher-a-bateria-para-um-sistema-de-energia-fotovoltaica-off-grid/>. Acesso em: 02 de novembro de 2023.

Solar & Sol Aquecedores. 15 abr 2022. Inversor Solar Fotovoltaico On Grid Growatt. Disponível em <https://www.solaresol.com.br/produto/inversor-solar-fotovoltaico-on-grid-36kw-growatt.html>. Acesso em 19/03/2024.

SolarPro – Sistemas de Energia. 15 abr. 2022. Controlador de carga solar Ysmart Tech RBL. Disponível em <https://loja.solarproengenharia.com/controlador-de-carga-30a-pwm-12v24v-ysmart-tech>. Acesso em 19/03/2024.

VALENTI, W. C. 2002. Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p.111-118.

VALENTI, W. C. 2008. A aquicultura Brasileira é sustentável? Palestra apresentada durante o IV Seminário Internacional de Aquicultura, Maricultura e Pesca, Aquafair 2008, Florianópolis, 13-15 de maio de 2008. p. 1-11 (www.avesui.com/anais).



