



**ANÁLISE DA NECESSIDADE DE
ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS
PARA LUGARES DE DIFÍCIL ACESSO**

**SÃO SEBASTIÃO DA BOA VISTA (MARAJÓ), VIABILIDADE
E ALTERNATIVAS MENOS POLUIDORAS**

Layane de Souza Vieira
Ilken Ramos de Souza
David Rodrigues Brabo

Layane de Souza Vieira
Ilken Ramos de Souza
David Rodrigues Brabo

**ANÁLISE DA NECESSIDADE DE ALTERNATIVAS
ENERGÉTICAS PARA LUGARES DE DIFÍCIL ACESSO**

SÃO SEBASTIÃO DA BOA VISTA (MARAJÓ), VIABILIDADE E
ALTERNATIVAS MENOS POLUIDORAS

1ª edição

© 2019 by Layane de Souza Vieira, Ilken Ramos de Souza e
David Rodrigues Brabo
Todos os direitos reservados.

Capa e editoração eletrônica
Editora Itacaiúnas

Conselho editorial Editora Itacaiúnas

Colaboradores:

Bruno Nunes Batista (IFC)
Jenaldo Alves de Araújo (ULBRA)
Viviane Corrêa Santos (UEPA)
Josimar dos Santos Medeiros (UEPB)
Wildoberto Batista Gurgel (UFERSA)

Editor de publicações

Walter Luiz Jardim Rodrigues

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V665

Vieira, Layane de Souza

Análise da necessidade de alternativas energéticas para lugares de difícil acesso: São Sebastião da Boa Vista (Marajó), viabilidade e alternativas menos poluidoras [livro eletrônico]/ Layane de Souza Vieira, Ilken Ramos de Souza e David Rodrigues Brabo – Ananindeua: Itacaiúnas, 2019.

65p. il: PDF

Inclui Bibliografia

ISBN: 978-85-9535-101-1

1. Tecnologia (Ciência aplicadas) 2. Fontes Energéticas/ Energias renováveis.
3. Sistemas Isolados. 4. São Sebastião da Boa Vista – PA I. Título.

CDD- 600

O conteúdo desta obra, inclusive sua revisão ortográfica e gramatical, bem como as imagens, são de responsabilidade de seus respectivos autores e organizadores, detentores dos Direitos Autorais.

Esta obra foi publicada pela [Editora Itacaiúnas](#) em fevereiro de 2019.



**ANÁLISE DA NECESSIDADE DE
ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS
PARA LUGARES DE DIFÍCIL ACESSO**

**SÃO SEBASTIÃO DA BOA VISTA (MARAJÓ), VIABILIDADE
E ALTERNATIVAS MENOS POLUIDORAS**

Layane de Souza Vieira
Ilken Ramos de Souza
David Rodrigues Brabo

RESUMO

O trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade ambiental de implementação de fontes energéticas menos poluentes em sistemas isolados, onde usualmente são empregadas UTEs (Usinas Termelétricas) movidas a combustíveis fósseis. O estudo foi realizado no município de São Sebastião da Boa Vista (PA), integrante dos sistemas elétricos isolados e buscou realizar comparativos ambientais entre as Usinas termoelétricas movida a diesel e movida resíduos sólidos urbanos RSU e biomassa. Para que isso fosse possível, foi feito levantamento de dados bibliográficos, juntamente com pesquisas em órgão público e baseado em uma dissertação de mestrado, ao qual gerou uma discussão acerca dos resultados e das dificuldades encontradas que englobam o tema do estudo. Os resultados obtidos foram a viabilidade ambiental da implementação da UAER-SSBV, que se apresentou de maneira sustentável perante o tratamento dos resíduos e geração de energia menos poluente devido a sua tecnologia proposta e seus insumos.

Palavras-Chave: Sistemas Isolados. Viabilidade Ambiental. Fontes Energéticas. Energias renováveis.

ABSTRACT

This presentation have as it objective analyze the environmental viability of implantation from energy sources with less pollution on isolated systems, where usually are applied UTEs (Usinas termoeletricas) which uses fossil fuels. The study was accomplished in the city of São Sebastião da Boa Vista (PA), integrant of isolated systems of electric energy replenishment, and search to realize environmental comparisons with power plants that uses diesel and biomass. To that could happen, survey was made of bibliographic data, along with researches on public agency based under a master dissertation, creating a debate of the results and difficulties encountered witch cover the study theme. The results taken were the UEAR-SSBV environmental viability implantation, which showed up in a sustainable manner towards the treatment of waste and generating cleaner energy because of its proposal and its inputs technology.

Keywords: Isolated systems. Environmental viability. Energy sources. Renewable energy.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	ÁREA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	10
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1.	MATRIZ ENERGÉTICA E MATRIZ ELÉTRICA	11
3.2.	SISTEMAS ELÉTRICOS ISOLADOS	14
3.3.	COMBUSTÍVEIS.....	17
3.4.	COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS.....	18
3.4.1.	Gás Natural:	19
3.4.2.	Carvão Mineral.....	19
3.4.3.	Derivados do petróleo (e o Diesel).....	20
3.5.	ENERGIA NUCLEAR	22
3.6.	ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	23
3.6.1.	Energia solar	24
3.6.2.	Energia eólica	26
3.6.3.	Energia hídrica.....	29
3.6.4.	Biomassa.....	30
3.7.	EMISSOES ATMOSFÉRICAS	32
3.7.1.	Efeito Estufa.....	34
3.7.2.	PRONAR.....	35
3.8.	RESÍDUOS SÓLIDOS	36
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	38
5.	ESTUDO DE CASO	39
5.1.	UTE A ÓLEO DIESEL	40
5.1.1.	Caracterização da UTE	40
5.1.2.	Geração de resíduos	41
5.1.3.	Geração de ruídos e vibrações	42
5.1.4.	Emissões atmosféricas.....	42
5.2.	UAER - SSBV (USINA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS)	43
5.2.1.	Funcionamento	45

5.2.2. Insumos para funcionamento	49
5.2.3. Análise ambiental da Usina de Aproveitamento Energético de Resíduos de São Sebastião da Boa Vista (UAER – SSBV)	50
5.2.4. Geração de resíduos	50
5.2.5. Geração de ruídos	51
5.2.6. Emissões atmosféricas	52
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
8.1. RESÍDUOS SÓLIDOS	53
8.2. GERAÇÃO DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES	56
8.3. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	57
9. CONCLUSÃO	59
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1. INTRODUÇÃO

O crescimento de uma sociedade tem ligação direta com a sua disponibilidade de fontes energéticas. Pois para a aceleração do crescimento é necessário que tenha energia disponível para garantir esse desenvolvimento, as grandes indústrias e todo o aumento de consumo energético requerido por uma sociedade em desenvolvimento. Segundo Goldemberg e Moreira (2005 apud BORGES; ZOUAIN, 2010, p. 194), fontes de energia compreendem insumos essenciais para o desenvolvimento sustentável. Entretanto, tão importante como sua disponibilidade interna a custos competitivos é o uso que se faz desta energia na produção de serviços. Também é preciso notar que quanto à disponibilidade física da exploração das fontes de energia, os autores observam que estes recursos determinam o interesse do mercado consumidor.

Porém depender de apenas um tipo de fonte energética é um risco, caso algo ocorra ao insumo usado toda a sociedade e a indústria que faz uso da energia gerada por meio deste, tendem a ser afetados diretamente.

De forma a melhorar o entendimento sobre o relacionamento da necessidade de diversificação de matriz elétrica e as necessidades dos locais, que por terem difícil acesso, não podem contar com a distribuição de um dos nossos maiores fornecedores de eletricidade que são as hidrelétricas. A fim de suprir suas necessidades energéticas os locais de difícil acesso tendem a encontrar a solução em termoelétricas, como foi o caso do município de São Sebastião da Boa Vista, que se encontra situado no arquipélago do Marajó.

Desta forma, usando este município de comparativo e a termoelétrica nele situada, como objeto de coleta de dados este trabalho propõe avaliar nos aspectos ambientais a sua viabilidade para a região. E buscar uma comparação com fontes menos agressivas ao meio ambiente, pois UTEs geram sua energia a partir da queima de combustíveis, e segundo Favaretto (1999) são vorazes consumidoras de diesel ou carvão, e importantes fontes de gás carbônico e óxidos de nitrogênio e de enxofre, poluentes que acentuam o efeito estufa e acarretam chuvas ácidas.

Na atualidade umas das principais preocupações são os impactos ambientais causados por fontes geradoras de energia. Em diversos países foram

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

estabelecidas regras e leis a serem cumpridas para que controlassem os diversos problemas ambientais, entre eles as emissões de poluentes. Segundo Kehlhofer (1999 apud KONDO, 2007, p.41), as seguintes emissões de uma planta geradora de potência afetam diretamente o meio ambiente:

- Produtos da combustão
- Calor desperdiçado
- Água desperdiçada
- Ruído

2. ÁREA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O município de São Sebastião da Boa Vista está localizado na à mesorregião do Marajó e à microrregião de Furos de Breves (Figura 1). A cidade apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 01° 43'05" S "e 49° 31'45" W Gr. Limita-se ao Norte com Anajás, a Leste com Muaná, ao Sul com Limoeiro do Ajuru e a Oeste com Breves e Curralinho. De acordo com o censo demográfico de 2010, apresenta 14,03 hab/km² na sua densidade demográfica, com uma população de 22.904 habitantes, destes 11.833 são homens e 11.071 são mulheres. (IBGE, 2011).

São Sebastião da Boa Vista tem sua economia baseada no comércio, na pesca artesanal e na atividade extrativista, onde estes se apresentam como fonte de subsistência para a população boavistense. A Pesca tem grande importância para essa população, mas a de maior importância é a extração do açaí e palmito, pois movimenta a economia local gerando emprego e renda.

Figura 1 - Localização do Município de São Sebastião da Boa Vista.



Fonte: PGIRS-SSBV (2012)

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. MATRIZ ENERGÉTICA E MATRIZ ELÉTRICA

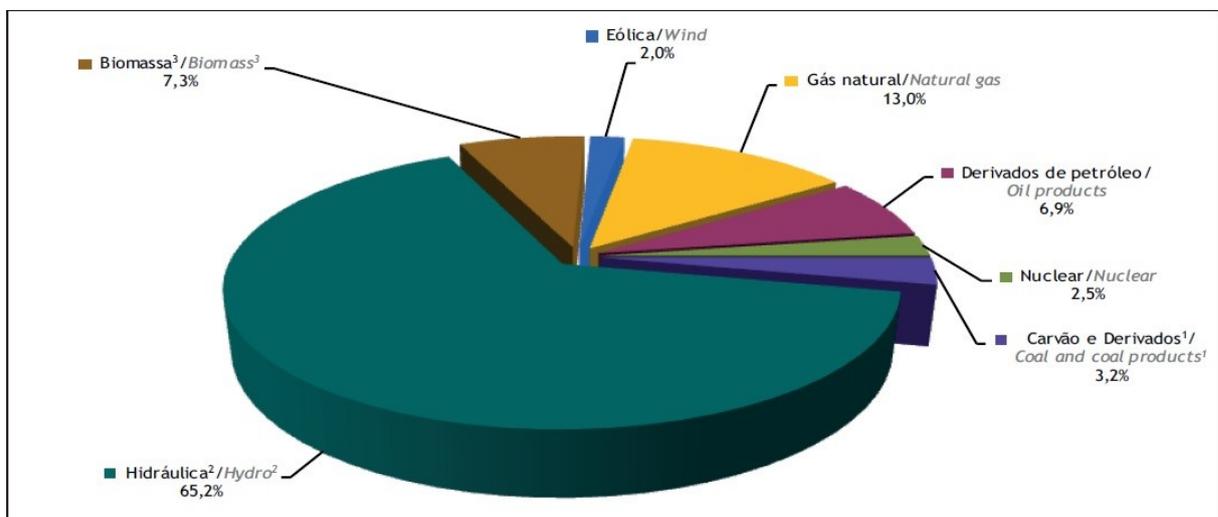
Por matriz energética, entende-se todos os recursos disponíveis para atender as necessidades produtivas de uma região. Conhecer esses recursos é uma ferramenta importante para o planejamento de uma região, de forma que, o desenvolvimento econômico possa se fundamentar de forma segura em soluções energéticas mais viáveis. Desta forma, cria-se a necessidade da existência de um estudo que identifique a matriz energética para o local requerido.

“Em 2004, com o intuito de amparar tecnicamente a missão do MME, o governo sancionou a Lei 10.847/2004, que estabeleceu a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). A EPE é vinculada ao Ministério das Minas e Energia e tem como objetivo a prestação de serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.” (MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA 2030, 2007).

A matriz energética está dividida em quatro partes: a) energia primária, que compreendem os produtos energéticos gerados pela natureza em sua forma direta; b) energia secundária, que se compõe de produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação, que possui como destino diversos setores de consumo; c) transformação, que envolve todos os centros de transformação onde as energias primárias e secundárias se transformam em uma ou mais formas de energia secundária; d) o consumo final, onde se registram os diversos setores de atividade socioeconômica que se alimentam em um estágio final deste insumo. Baseado nesta divisão entende-se que a energia elétrica está classificada como energia secundária (BORGES; ZOUAIN, 2010).

No que diz respeito à matriz energética atualmente, segundo o Balanço Energético Nacional (BEN), a oferta interna de energia elétrica está predominantemente pautada na energia renovável das hidrelétricas, com cerca de 65,2% de geração do total nacional, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte



Fonte: Relatório final BEN 2015, EPE.

Notas:

¹Inclui gás de coqueria

² Inclui importação de eletricidade

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações/

Enquanto que a matriz elétrica são as fontes energéticas que foram usadas para a geração de energia elétrica em função de uma determinada utilização, seja ela comercial ou não. Segundo Borges (2010), A análise da matriz elétrica é subsidio

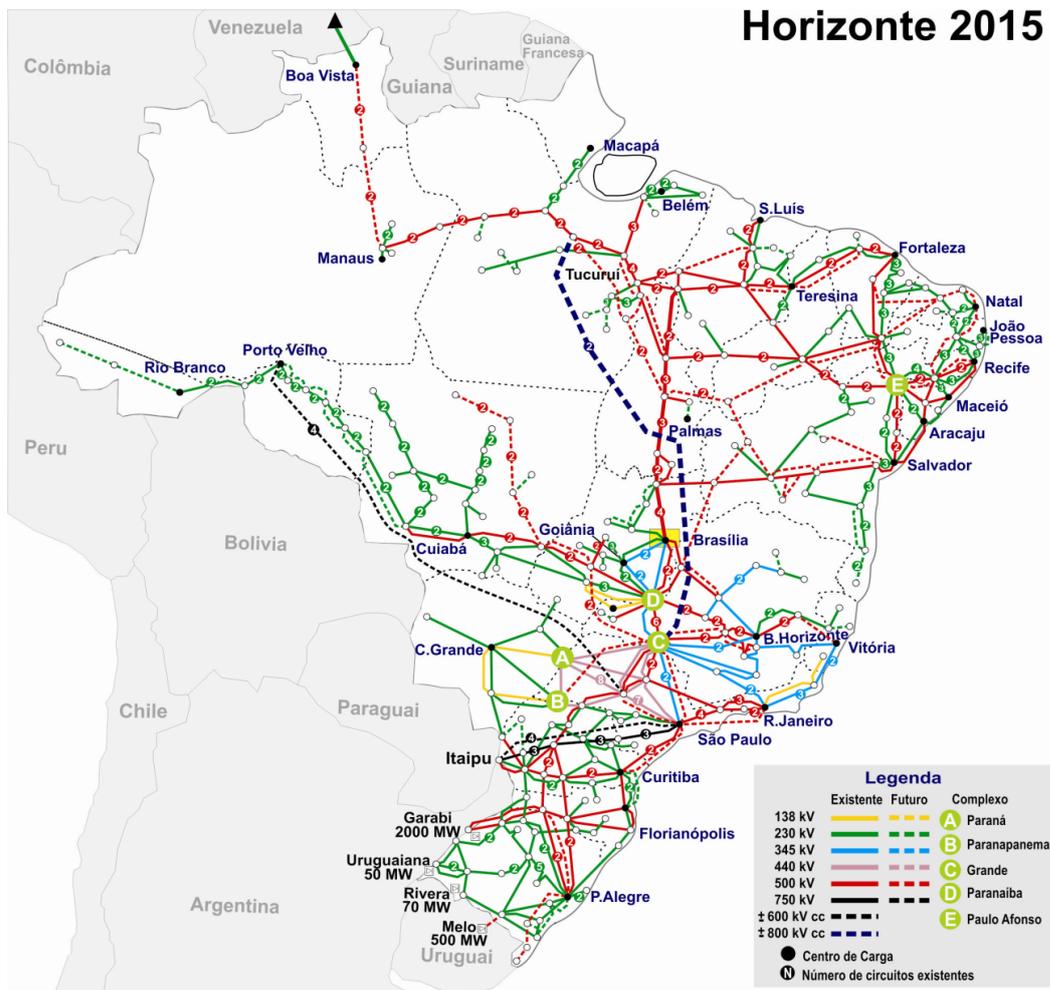
[Voltar ao SUMÁRIO](#)

para a tomada de decisão por parte do setor elétrico. E este se constitui em uma organização social que envolve os processos de transformação da energia primária até a utilização final por tipo de consumidor.

No sistema de energia elétrica, no fator geração e transmissão, existe o SIN (Sistema Interligado Nacional), que estabelece uma imensa malha elétrica que abrange grande parte de todo território nacional. Mas, existem diversos sistemas não conectados ao SIN, que por serem de menor porte são chamados de Sistemas Isolados, que se concentram principalmente na Região Norte. Isso ocorre devido às características geográficas dessa região, composta por floresta densa e heterogênea, rios abundantes e extensos, que dificultam a construção de linhas de transmissão de grande extensão. (BRASILEIRO, 2015).

Para atender a demanda energética do território nacional, segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), a eletricidade gerada pelas concessionárias têm 90 mil quilômetros de linhas de distribuição. Os sistemas de distribuição são divididos em blocos: O Sistema Interligado Nacional (SIN), que abrange Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte do Norte - Além disso, abriga 96,6% de toda a capacidade de produção de energia elétrica do país – oriunda de fontes internas ou de importações, principalmente do Paraguai por contado controle compartilhado da usina hidrelétrica de Itaipu; e os Sistemas Isolados que estão principalmente na região Norte. (ATLAS DE ENERGIA, 2008).

Figura 2 - Mapa representativo do SIN.



Fonte: ONS, 2014.

Perceba na Figura 2, que o maior conglomerado no sistema de transmissão de energia está localizado na região Sudeste, enquanto na região Norte há pouca incidência de linhas de transmissão, e em algumas localidades não existem, visto que nesta região há uma complexidade de instalação dessas linhas de transmissão.

3.2. SISTEMAS ELÉTRICOS ISOLADOS

Os sistemas isolados são assim denominados, por não pertencerem ao SIN, sendo que não são abastecidos pelas redes de distribuição elétrica que abastecem maioria do país e por possuírem suas particularidades geográficas, devido o seu difícil acesso, que em sua maioria são fluviais, que dificultam a chegada das linhas de transmissão.

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

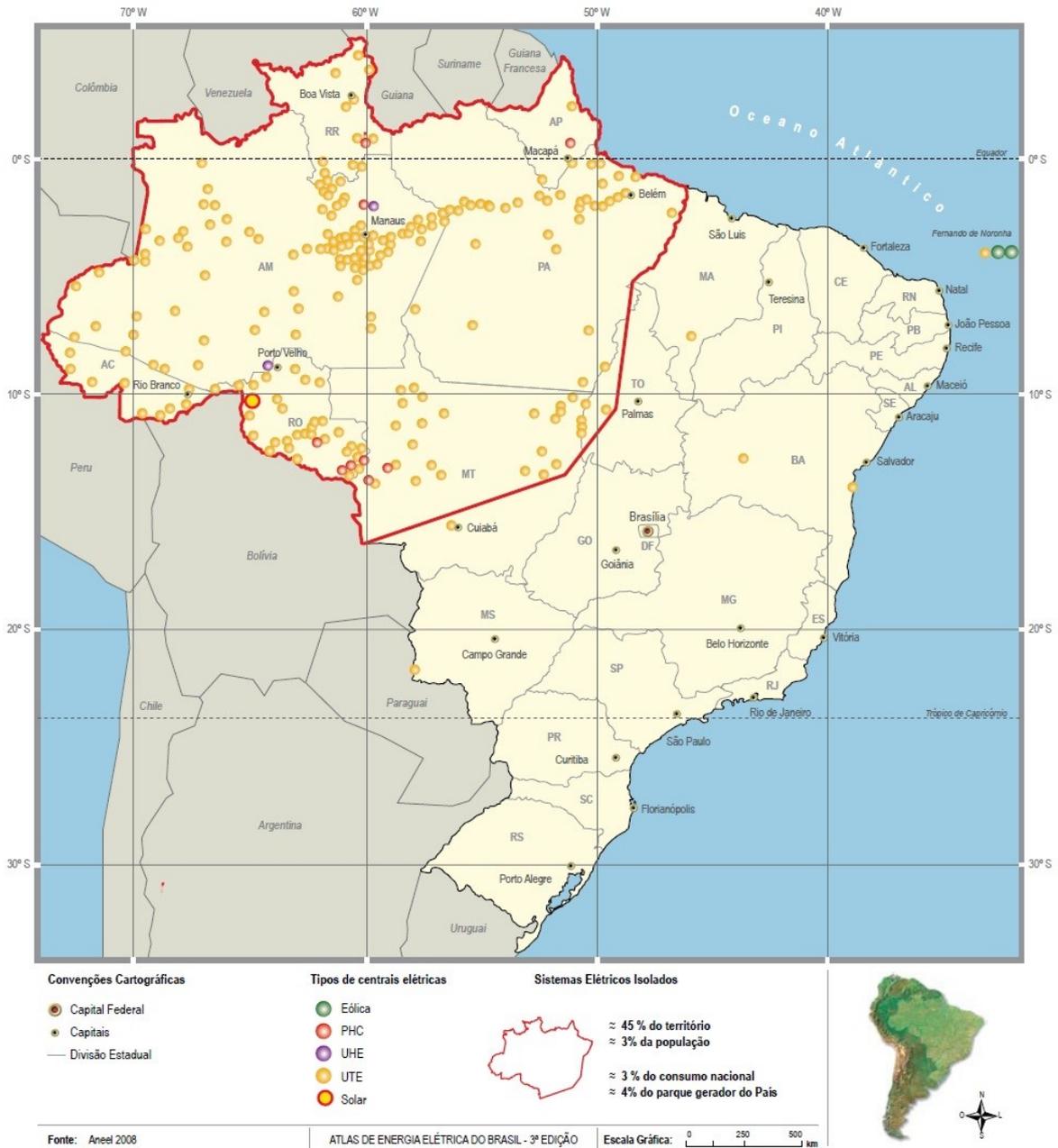
Devido a essas barreiras geográficas algumas localidades não são abastecidas pelas principais concessionárias de cada região, e estas são atendidas pelos sistemas isolados que em sua maioria são termoelétricas movidas a óleo diesel e a óleo combustível que estão localizados principalmente na região Norte: nos estados de Amazonas, Roraima, Acre, Amapá e Rondônia. (ATLAS DE ENERGIA, 2008).

O suprimento de energia nos sistemas isolados feito através de Usinas termoelétricas apresentam seus impasses também, cuja operação e manutenção são complexas devido à realidade das localidades em que estão instaladas. Observando as dificuldades de operação, como o custo com o combustível usado, que até chegar ao seu destino final, percorre um longo trecho, o que encarece o processo e a operação logística se torna menos eficiente.

Além disso, as condições climáticas da região Amazônica tornam ainda mais oneroso o funcionamento das UTE's, utilizando combustível fóssil, porque o calor reduz a performance e o rendimento das máquinas, já que quando o combustível é queimado, uma parcela de enxofre é liberada e entra em contato com a água da umidade depositada sobre a superfície metálica, formando o ácido sulfúrico, que provoca corrosão nos equipamentos. Somado a isso, a água da umidade condensada dentro dos tanques de combustível se separa do óleo por ser mais pesada, depositando-se no fundo dos tanques, sendo necessário a drenagem a cada 12 horas em um processo contínuo. (BRASILEIRO, 2015, p.3).

Abaixo a Figura 3, mostra a distribuição das centrais elétricas que compõe os sistemas isolados e, de acordo com as suas fontes, quais são essas centrais:

Figura 3 – Mapa das centrais elétricas que compõem os Sistemas Isolados - Situação em outubro de 2003.



Fonte: Atlas de Energia, ANEEL 2008.

Perceba no mapa que no estado do Pará, principalmente na região da ilha do Marajó, há em sua maioria um conglomerado de centrais elétricas, que são UTEs, normalmente utilizando o diesel como seu combustível. Nessa área há um grande impasse devido às dificuldades de acesso, que se dá somente via aéreo e fluvial, como dito anteriormente.

3.3. COMBUSTÍVEIS

Os combustíveis são usados para diversos funcionamentos. No uso de termoelétricas, por exemplo, para a produção de energia elétrica a partir de energia térmica da queima desses combustíveis.

Combustível é toda e qualquer substância que em contato com uma fonte de ignição e um agente oxidante, geralmente o oxigênio do ar, sofre reações químicas, liberando energia térmica. As reações químicas ocorrem com mais velocidade e com grande conversão de energia química em energia térmica. (LORA; NASCIMENTO, 2004, Pag. 31)

Combustíveis podem ser classificados de acordo com o método de obtenção e sua origem e, de acordo com o seu estado físico, como condiz nas tabelas a seguir.

Tabela 1 – Classificação dos combustíveis segundo a origem

Origem	Combustível natural	Combustíveis derivados
Fóssil	Petróleo	Gás liquefeito de petróleo (GLP), óleo diesel, óleo combustível.
	Carvão mineral Gás natural Xisto Turfa	Gases manufacturados, coque. Gás natural liquefeito (GNL).
Renovável	Resíduos agroindustriais Lenha	Carvão vegetal, gases manufacturados, metanol, serragem, cavacos, resíduos florestais. Biogás
	Resíduos animais Resíduos urbanos Etanol (álcool) Óleos vegetais	
	Nuclear	Urânio Tório

Fonte: LORA; NASCIMENTO, Geração termelétrica, 2004.

Tabela 2 – Classificação dos combustíveis segundo o estado físico

Estado físico	Combustíveis
Sólido	Carvão mineral, carvão vegetal, xisto, turfa, lenha, resíduos agroindustriais
Líquido	Gasolina, querosene, Diesel, óleos combustíveis
Gasoso	Gás natural, GLP, biogás

Fonte: LORA; NASCIMENTO, Geração termelétrica, 2004.

3.4. COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

Nos combustíveis fósseis, sua composição básica geralmente é de hidrocarbonetos e compostos de: Carbono, hidrogênio e oxigênio. Pois são resultados da fossilização da matéria orgânica podendo ser de origem vegetal ou animal. Eles estão divididos em cinco classes gerais, que são: Petróleo e seus derivados, gás natural, carvão mineral, xisto e turfa. Sendo que esses dois últimos não se utilizam muito por questões econômicas. (LORA; NASCIMENTO, 2004)

Deve-se lembrar que as reservas de combustíveis fósseis são limitadas, já que para aparecerem mais jazidas deveríamos esperar milhões de anos até que ocorresse novamente a fotossíntese de matéria orgânica. Então o consumo excessivo dessas reservas comprometerá para gerações futuras o não uso, até que se encontrem outras jazidas.

Segundo Lora e Nascimento, Por essa razão, outras fontes estão sendo estudadas e produzidas para suprir essa demanda que é bastante grande, principalmente no setor elétrico de geração de energia. Estão sendo estudadas tanto para suprir essa demanda quanto para questões ambientais, já que o uso indiscriminado de combustíveis fósseis gera muitos poluentes.

Com a crise ambiental dos combustíveis fósseis, a inviabilidade ecológica do carvão e a inconstância do uso da energia nuclear ocorre o desmoronamento do sistema energético atual. A partir do século XIX, o desenvolvimento das linhas energéticas baseadas nos fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) e na hidroeletricidade permitiu temporariamente reverter esta tendência, pois essas duas linhas energéticas baseadas em fontes concentradas de energia, favorecem a

concentração industrial, a acumulação materialista e o controle das redes energéticas (HÉMERY, 1993 apud MUNIZ, 2012 p. 5).

3.4.1. Gás Natural:

Gás natural é todo hidrocarboneto ou mistura de hidrocarbonetos que permaneça em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, resultantes da decomposição da matéria orgânica fóssil no interior da terra (PANP 009/2000).

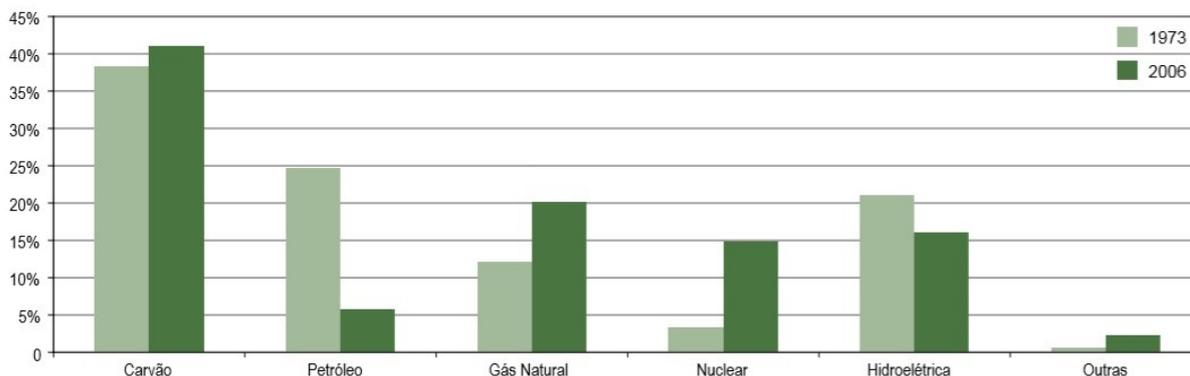
Para Lora e Nascimento, o seu uso como combustível em substituição a praticamente todos os demais combustíveis, especialmente pela facilidade de seu manuseio e pelo efeito ambiental limitado de sua queima é dominante.

Como visto no gráfico 1 (Oferta interna de energia elétrica por fonte) o uso de gás natural é bastante expressivo em relação aos demais combustíveis não renováveis, e isso ocorre por sua quantidade abundante de reservas. Segundo o Atlas de energia elétrica no Brasil, em 2007, as reservas nacionais corresponderam a 360 bilhões de m³, menos de 0,2% do total mundial e, de acordo com a BP, suficientes para abastecer o país durante 32,3 anos considerando o volume produzido no período, de 11,3 bilhões de m³.

3.4.2. Carvão Mineral

O carvão mineral foi uma das primeiras fontes de energia utilizada em larga escala pelo homem. E no que diz respeito a geração de energia elétrica, de acordo com International Energy Agency (IEA) é uma das fontes mais usadas até 2006, conforme como Gráfico 2.

Gráfico 2 - Geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível.



Fonte: IEA, 2008.

De acordo com o Atlas de energia elétrica do Brasil, no País, o minério representa, no entanto, pouco mais de 1,5% da matriz da energia elétrica. Em 2007, ano em que 435,68 TWh foram produzidos no País, o carvão foi responsável pela geração de 7,9 TWh, a partir da operação de usinas termelétricas que estão localizadas na região Sul, nas proximidades das áreas de mineração. Isto por conta da baixa qualidade do carvão mineral de suas reservas, e pelo foco em explorar o potencial hídrico.

Este tipo de recurso energético foi por muito tempo pilar da geração de energia que impulsionou diversos momentos da história, teve grande importância na Revolução Industrial como combustível de máquinas à vapor. Porém os danos vinculados a todas as suas etapas da extração ao consumo são significativos.

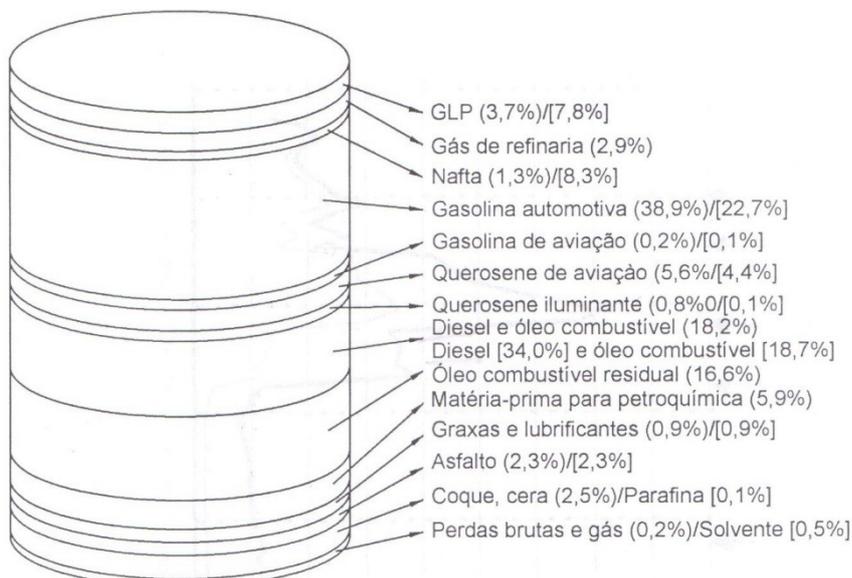
3.4.3. Derivados do petróleo (e o Diesel)

“O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos que apresenta composição variável e dependendo de fatores geológicos tais como a localização da jazida, a idade, a profundidade, etc. É uma substância líquida fóssil natural, de origem orgânica mista vegetal/animal, formada no subsolo ao longo de milhares de anos pela ação da temperatura e pressão.” (LORA; NASCIMENTO et al, 2004. p. 38.)

O petróleo da forma que é encontrado nas jazidas (bruto) não está pronto para uso. Sendo assim, o petróleo bruto passa por um processo de destilação

fracionada de acordo com a sua necessidade de subproduto como mostrado na Figura 4.

Figura 4 - Típicos produtos finais do petróleo bruto.

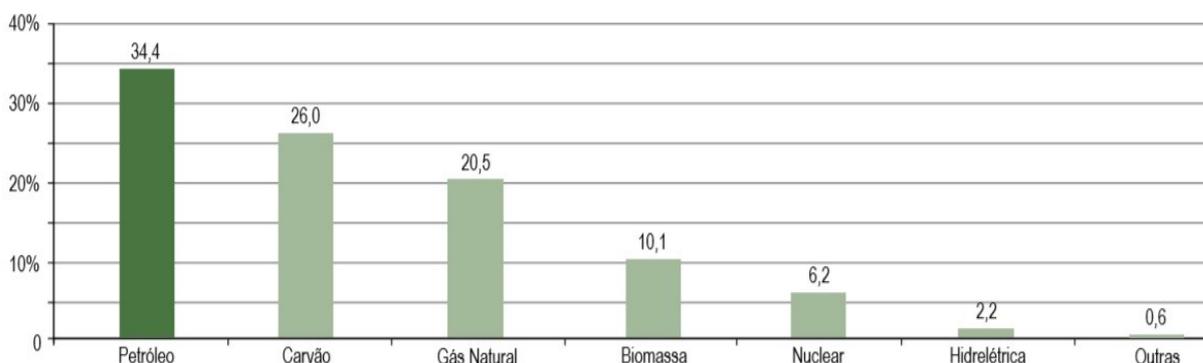


* Uma simples refinaria produz apenas alguns dos produtos acima. As porcentagens entre parênteses referem-se à produção global de uma refinaria americana, Segundo Borman & Ragland (1998), e aquelas entre colchetes, a uma brasileira (ANP, 1999).

Fonte: LORA; NASCIMENTO, Geração termelétrica, 2004.

Estes subprodutos, em sua maioria têm fins energéticos. E quando se fala em matriz energética, o petróleo é o mais utilizado no mundo, como mostra o gráfico 4. Porém como combustível para a geração de energia elétrica ele se encontra na penúltima posição como mostrado no gráfico 3.

Gráfico 4 - Participação do petróleo na matriz energética mundial em 2006 (fontes primárias).



Fonte: IEA, 2008.

3.4.3.1. Diesel

Segundo o Atlas de Energia (2008), o diesel é usado como combustível em termoelétricas, e o sistema convencional utilizado por elas – o ciclo Rankine – consiste basicamente de uma caldeira, uma turbina a vapor, um condensador e um sistema de bombas. Na caldeira, que recebe o calor liberado pela combustão, a água passa do estado líquido para o gasoso (vapor) a uma pressão bem maior que a atmosférica. Após mover as turbinas, o vapor é direcionado ao condensador para retornar ao estado líquido. A água, que circula dentro de serpentinas conectadas ao equipamento, é o fluido de resfriamento. Este líquido, por sua vez, é direcionado, por meio do sistema de bombas, novamente para a caldeira, que repetirá o processo de produção da energia térmica que se transformará em mecânica para movimentar as turbinas que alimentarão o gerador.

“Os gases poluentes são liberados na atmosfera durante as etapas de combustão e resfriamento. O volume e o tipo de gás emitido variam conforme a composição do combustível a ser queimado, o processo de queima ou remoção pós-combustão e, ainda, as condições de dispersão dos poluentes (altura da chaminé, relevo e meteorologia)”. (ATLAS DE ENERGIA 2008, p. 106).

Quanto mais denso o combustível utilizado, maior o potencial de emissões. Por isso, derivados de petróleo como os óleos combustível, diesel e ultraviscoso são rejeitados por ambientalistas como fontes de geração de energia elétrica. (ATLAS DE ENERGIA 2008).

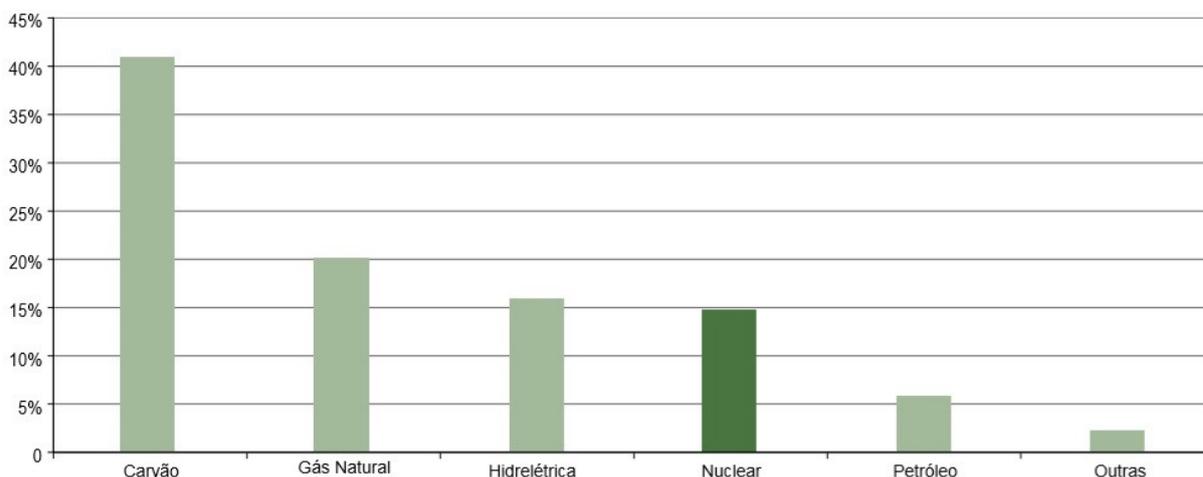
3.5. ENERGIA NUCLEAR

A matéria-prima para a produção da energia nuclear é o minério de urânio, um metal pouco menos duro que o aço, encontrado em estado natural nas rochas da crosta terrestre. Desse minério é extraído o átomo de urânio utilizado na geração nuclear. (ATLAS DE ENERGIA, 2008).

A energia nuclear é considerada uma fonte limpa, pois ela apresenta em sua emissão baixo volume de gás carbônico (CO₂). Além disso, existe uma abundância

de reservas de urânio no planeta. Porém, ela ainda é umas das fontes menos usadas pelo mundo, como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível (2006).



Fonte: IEA, 2008

Apesar de todos os pontos positivos e o título de fonte limpa, a energia nuclear não é a mais utilizada para geração de eletricidade. Isso porque, além de ter um alto custo de manutenção ela tem um alto risco de operação e um pequeno descuido ou defeito pode gerar grandes acidentes. Um exemplo foi o acidente mais conhecido da história, a explosão da usina de Chernobyl, que causou incontáveis perdas nos meios físicos, biológicos e antrópicos. E um exemplo mais atual, foi o acidente nuclear de Fukushima -11/03/2011- que foi considerado Nível 7 na escala INES (Escala Internacional de Eventos Nucleares), o mesmo nível atingido por Chernobyl. Porém Fukushima foi causado por desastres naturais.

3.6. ENERGIAS RENOVÁVEIS

No que se discute em relação a questões energéticas no cenário mundial da escassez de combustíveis fósseis e emissões de gases poluentes na queima dos derivados desses combustíveis, ocasionando mudanças climáticas e outras formas impactantes ao meio ambiente e à saúde humana, no decorrer dessas mudanças, estudos foram sendo elaborados de impactos socioeconômicos e ambientais das energias renováveis para que se pusesse no lugar das energias não renováveis ou

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

encontrasse outra forma de geração de energia que não causasse tantos danos ao meio ambiente e utilizasse ao máximo os recursos renováveis existentes para aproveitamento energético, e que seu esgotamento não fosse de curto prazo. (PACHECO, 2006).

Diferente de muitos países, o Brasil apresenta um grande diferencial na busca por fontes alternativas, por sua vasta biodiversidade e abundância de recursos naturais que permitem utilizá-los para fins energéticos, originando energias renováveis como das grandes hidrelétricas, da biomassa, e das fontes eólica e solar, por exemplo.

O Brasil tem a 4º maior produção de energias renováveis do mundo, e tem sua participação em 4º lugar na utilização de fontes renováveis na sua matriz energética, conforme o Ranking mundial de energia e socioeconomia publicado pelo ministério de minas e energia. E na demanda total de energia ele fica em 7º lugar, e em emissões de CO₂ ficou em 12º, isso devido às fontes de energias renováveis instaladas e inseridas em sua matriz energética.

Segundo Pacheco (2006) para que se resulte o mínimo de impacto possível ao meio ambiente, essas energias renováveis devem ser utilizadas de formas sustentáveis. Com o avanço das tecnologias criaram-se mecanismos capazes de ter um aproveitamento melhor da energia oferecida por outras fontes e, aos poucos, elas possam ser aproveitadas quer como combustíveis alternativos (álcool, combustíveis) na produção de calor e de eletricidade, como a energia eólica, solar, da biomassa, e de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs).

3.6.1. Energia solar

A energia solar é vantajosa, pois ela não precisa passar por processos de extração ou refino, ela está ali à disposição, onde suas centrais de geração não necessariamente precisam ser longe do ponto de consumo, evitando assim os custos com as redes de alta tensão.

Segundo Muniz (2015), as principais fontes de energia renováveis são oriundas, sobretudo da energia solar, que podem ser divididas em duas formas:

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

1. A energia solar direta, que inclui:

- Conversão direta fotovoltaica em eletricidade (células solares);
- Conversão indireta por produção de vapor (centrais térmicas);
- Produção de calor para o aquecimento direto da água;
- Produção de biomassas (conversão biológica) pela fotossíntese das plantas.

2. A energia solar indireta, com:

- Hidroeletricidade (barragens hidráulicas, moinhos de água);
- Energia eólica (força do vento);
- Energia geotérmica (diferenças de temperaturas entre a superfície e a profundidade das terras e dos mares);
- Energia das marés (variações diárias do nível das águas do mar);
- As células combustíveis, que utilizam o princípio de aproveitamento da energia do hidrogênio através de um combustível, que pode ser originado de fontes renováveis, como o biogás.

A energia solar tem suas vantagens por ser abundante, mas apresenta inconvenientes como, por exemplo, a sua concentração, ela não está concentrada em um único ponto, e por ela estar espalhada na imensa superfície e ser difusa há a necessidade de áreas grandes para captar essa energia. Tem também seus inconvenientes com o uso das baterias que são acumuladores químicos que causam impactos ambientais. A priori, já existem tecnologias disponíveis de aproveitamento solar sem o uso das baterias, interligando placas fotovoltaicas em redes elétricas públicas. Porém os custos para sua aplicação ainda não são vantajosos em comparação à energia convencional. (VIDAL, 1994 apud MUNIZ, 2015 p. 36).

Jannuzzi (2003 p. 3) diz que “Internacionalmente a geração de energia através da conversão fotovoltaica tem sido preferível à alternativa via térmica. A sua modularidade, favorecendo sistemas distribuídos já demonstra aplicações importantes para regiões isoladas e poderá ser crescentemente importante para aplicações de maior porte em 10-20 anos interconectadas à rede elétrica.” Para que isso venha ocorrer tem que se obter matéria prima como o Silício, que é o material predominante no sistema fotovoltaico, ou desenvolver outras estratégias a essas

áreas para a concepção de mais tecnologias, onde a viabilidade econômica fosse avaliada entre vários fatores, se caso fosse necessário a produção dessa matéria prima aqui no Brasil.

Atualmente vem sendo estudado a viabilidade de implementação de energia fotovoltaica (energia solar), em substituição de termoelétricas emergenciais, que são muito utilizadas em decadência às gerações de hidrelétricas em diversos lugares devido a crise hídrica que afeta parte do país. E de acordo com um estudo da WWF Brasil, essa substituição geraria uma economia significativa para o país em um período de cinco anos.

O estudo publicado pela WWF Brasil em setembro de 2015 diz que a substituição das termelétricas incrementais por uma geração fotovoltaica distribuída mostra-se bastante viável. De acordo com o modelo apresentado no estudo, subsidiar essa forma de geração é oito vezes menos custoso. Mesmo em um cenário em que, após cinco anos, os reservatórios voltassem ao patamar de segurança e não houvesse crise hídrica pelos 20 anos seguintes, o país teria uma economia da ordem de R\$ 150 bilhões.

Vários países já aderiram a essas tecnologias menos poluentes, como os Estados Unidos, por exemplo, incentiva a população a colocarem painéis de geração solar fotovoltaica nas residências. O fator muito importante para que utilizem essas tecnologias fotovoltaicas é o econômico e, com os subsídios do governo para incrementar essa tecnologia menos poluidora seria de grande avanço para o país no que se trata de sustentabilidade.

3.6.2. Energia eólica

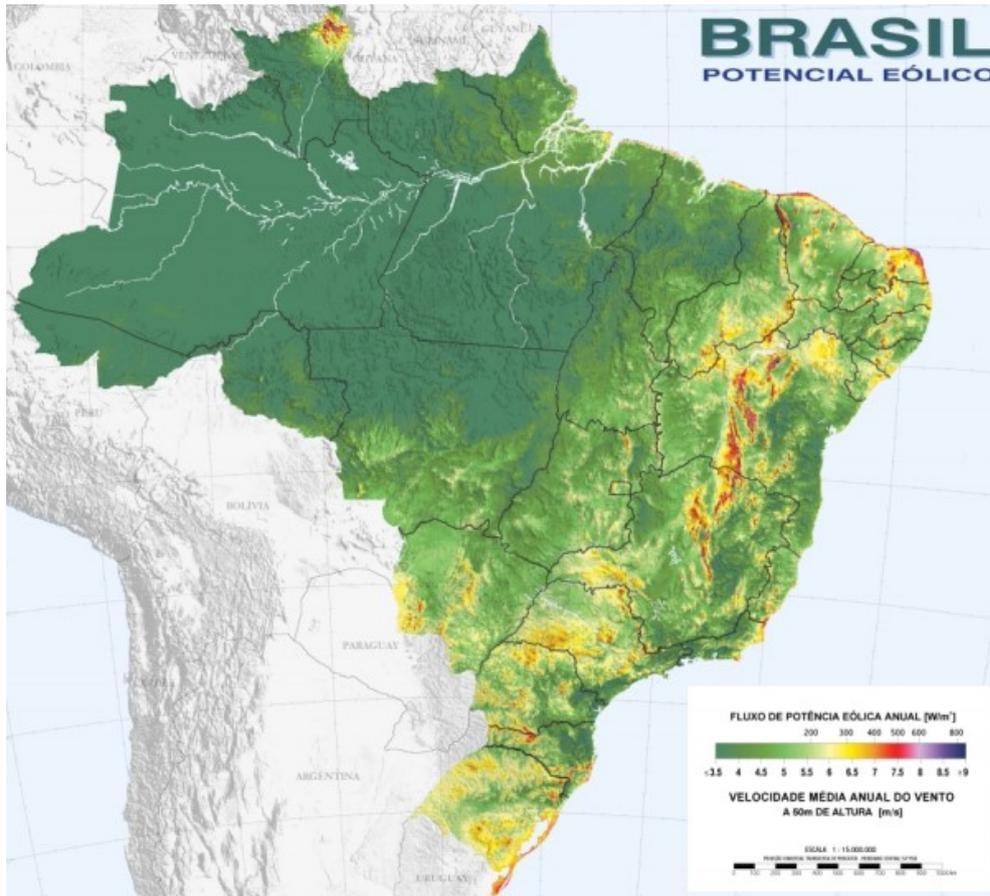
Dentre as fontes energéticas “limpas” – fontes de energia que não acarretam a emissão de gases do efeito estufa (GEE) – a energia mecânica contida no vento vem se destacando e demonstra potencial para contribuir significativamente no atendimento dos requisitos necessários quanto aos custos de produção, segurança de fornecimento e sustentabilidade ambiental. (GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2006 apud MARTINS; GUARNIERI; PEREIRA, 2007. p. 2).

A energia eólica proveniente das forças dos ventos é captada pelas hélices de turbinas que convertem a energia cinética em energia mecânica, que por sua vez passam por geradores que a transformam em elétrica.

Tendo conhecimento e como se dão os ventos de uma determinada região e como se comportam pode-se saber o seu real potencial eólico e saber se é viável ou não a implantação de turbinas para a captação dos ventos. No caso do Brasil, começou a haver incentivo às pesquisas ao potencial eólico para um aproveitamento desse recurso renovável ainda pouco utilizado no país, como resultado disso foi criado o Atlas de Potencial Eólico Brasileiro (2001).

Mais de 71.000 km² do território nacional possui velocidades de vento superior a 7 m/s ao nível de 50 m, o que propicia um potencial eólico da ordem de 272 TWh/ano de energia elétrica. Essa é uma cifra bastante significativa considerando que o consumo nacional de energia elétrica é de 424 TWh/ano. A maior parte desse potencial está na costa dos estados nordestinos, como consequência dos ventos alísios, conforme mostrado na Figura 5. (ATLAS DE POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO, 2001 apud MARTINS; GUANIERI; PEREIRA; 2007 p. 11).

Figura 5 – Mapa de velocidades médias anuais e fluxos de potência eólica.



Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro

Tecnologias testadas na Amazônia incluem a energia solar fotovoltaica, eólica em pequena escala, os híbridos solar-eólico-diesel, geradores diesel e biodiesel, usinas hidrelétricas e gaseificadores de biomassa. Ao mesmo tempo, a energia baseada em geração a biodiesel pode ser usada em motores estacionários e pode tornar-se significativo, tendo em conta os vastos recursos de biomassa disponível na região. A energia eólica oferece uma oportunidade de baixo custo, que às vezes é mais barato do que fotovoltaica, e pode ser uma alternativa atraente para os sistemas híbridos (eólico-diesel) em determinadas áreas da Amazônia que possuam boa incidência de ventos, como a Ilha do Marajó (ROCHA; SILVA; PINHEIRO, 2000 apud MUNIZ, 2015 p.90).

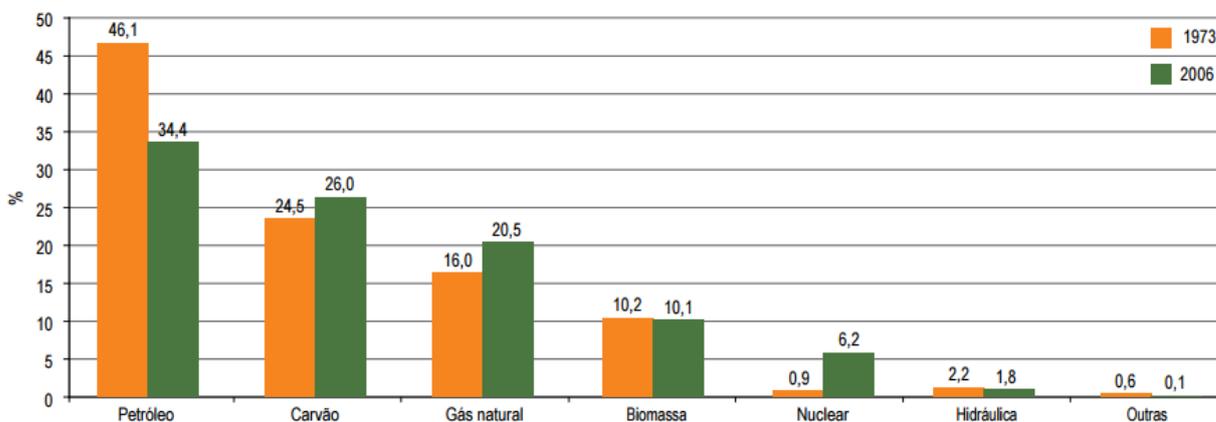
3.6.3. Energia hídrica

A água é uma das fontes que não contribuem para o aquecimento global, por isso a sua fonte é limpa e por ela se apresentar em grande quantidade na natureza é considerada renovável, pois no seu ciclo ela sempre volta à superfície. Pode ser encontrada em vários lugares, como em aquíferos subterrâneos, rios, lagos, oceanos, se diferenciando nas vazões e nas propriedades. Mas para a geração de energia elétrica, a vazão e a quantidade são os principais fatores para um melhor aproveitamento desse recurso.

A geração de energia a partir deste recurso depende muito da vazão do rio, da quantidade de água disponível e o desnível que durante sua queda, para assim haver um melhor aproveitamento da geração de energia. Geralmente interrompe-se o curso de um rio através da construção de uma barragem para construção de um reservatório de armazenamento de água para utilizar na usina.

No mundo, essa fonte de energia é pouco expressiva em comparação às outras fontes de energia, como o carvão e o petróleo por exemplo. “Segundo o último relatório Key World Energy Statistics, da International Energy Agency (IEA), publicado em 2008, entre 1973 e 2006 a água teve um decréscimo, passou de 2,2% para 1,8% na sua participação para geração de energia no mundo”, conforme mostrado o Gráfico 5. (ATLAS DE ENERGIA, 2008. P. 51).

Gráfico 5 - Matriz energética nos anos de 1973 e 2006



Fonte: Atlas de Energia, 2008.

Segundo a ANEEL (2002) a hidroeletricidade é a maior fonte de energia do Brasil, tendo uma participação de 42% na matriz energética nacional, e é responsável por 90% de toda energia produzida no país.

3.6.4. Biomassa

“Qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo) sendo que só é considerado biomassa de rejeitos urbanos a fração correspondente à parte orgânica. Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos”. (ATLAS DE ENERGIA, 2008 p. 67).

Uma ideia inicial do potencial energético da biomassa, nos mostra que uma tonelada de matéria orgânica seca possui em média 5 Gcal (5×10^9 cal), que correspondem a 0,4 tep*, ou seja, um pouco menos da metade do equivalente em petróleo, porém com a vantagem de ser abundante e distribuído pelo território global (DUVIGNEAUD, 1980 apud MUNIZ, 2015 p. 37).

Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência reduzida, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por intermédio da combustão em fornos, caldeiras etc. Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos socioambientais, tem-se desenvolvido e aperfeiçoado tecnologias de conversão mais eficientes, como a gaseificação e a pirólise, também sendo comum a cogeração em sistemas que utilizam a biomassa como fonte energética. O uso da biomassa para geração de eletricidade em muitos países tem sido objeto de estudos e aplicações, devido a necessidade de diversificação da matriz energética pela futura escassez de combustíveis fósseis como também pela redução das emissões de dióxido de carbono que contribui para o efeito estufa.

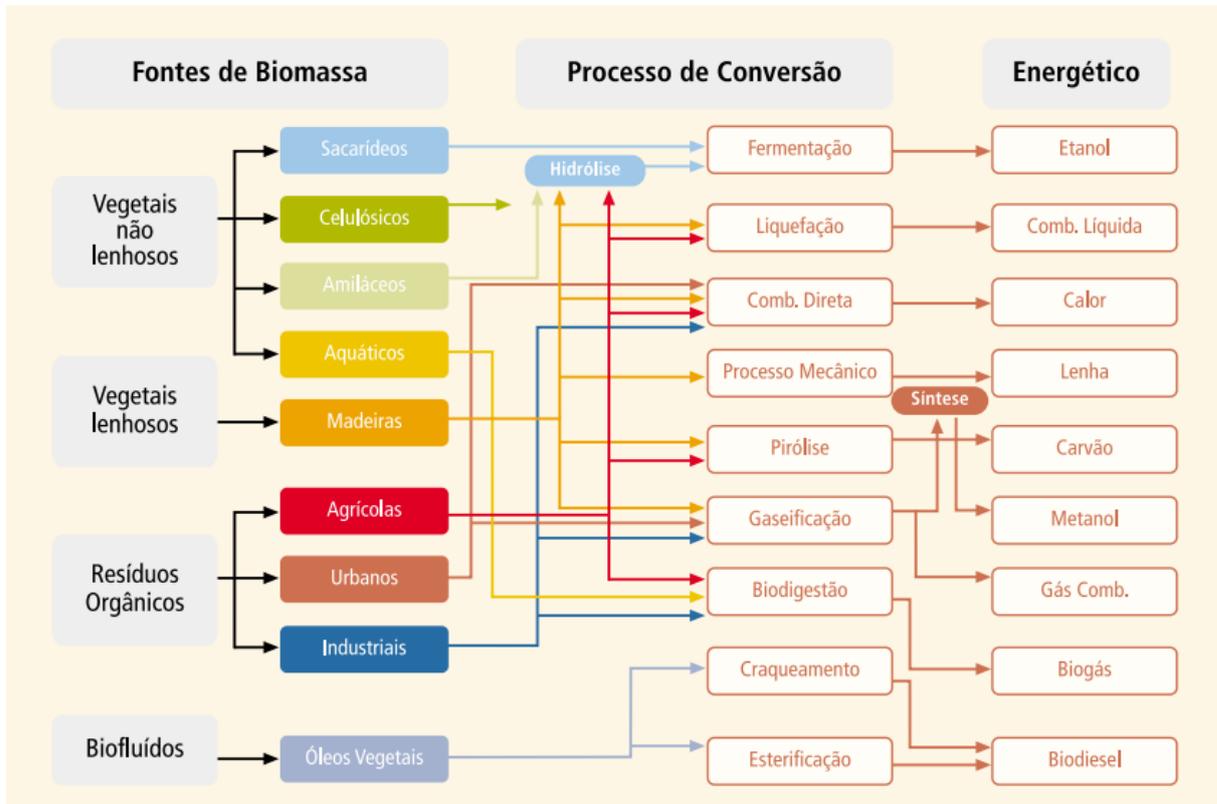
Além de ambientalmente favorável, o aproveitamento energético e racional da biomassa tende a promover o desenvolvimento de regiões menos favorecidas economicamente, por meio da criação de empregos e da geração de receita, reduzindo o problema do êxodo rural e a dependência externa de energia, em função da sua disponibilidade local. (Atlas de energia, 2008).

Há diversas formas de se aproveitar os diferentes tipos de biomassa, com vários tipos de tecnologias, uns mais complexos que outros. Cada tipo de biomassa tem sua tecnologia de aproveitamento diferente da outra por conta do tipo de produção de energia e sua eficiência nessa produção. Sendo que cada uma tem sua especificidade e o tratamento tem que se adequar ao seu tipo.

A escolha da tecnologia tem muita influência na questão do ponto de vista econômico, ambiental e social. Pois só analisando esses pontos poderá avaliar se é sustentável.

Na Figura 6, são mostrados alguns tipos de biomassa e seus tipos de tratamento para aproveitamento de energia.

Figura 6 - Diagrama esquemático dos processos de conversão energética da biomassa



Fonte: Atlas de energia 2008

3.7. EMISSOES ATMOSFÉRICAS

Os processos antrópicos causam diversas alterações nos meios naturais, e uma parcela dessas alterações é o que chamamos de impactos ambientais negativos. Dentre todos os impactos, há uma preocupação crescente com os que estão ligados ao ar que respiramos.

O avanço da urbanização está ligado diretamente ao aumento de veículos automotores e industrialização, ambas são fontes potencialmente poluidoras que contribuem para vários efeitos adversos na qualidade de vida do ser humano. E pode-se somar a estas fontes o aumento dos números de queimadas e o desmatamento. Todas estas fontes estão ligadas a emissão de gases para a atmosfera que contribuem com o efeito estufa como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Fontes antropogênicas dos Gases estufa

Gases estufa	Fontes antropogênicas
CO ₂	Combustão de combustíveis fósseis. Desmatamento/mudanças no uso da terra.
CFC	Espuma plástica para embalagem. Refrigerantes (<i>freon</i> , etc). Solvente. Aerossol, spray, porpелentes.
CH ₄	Cultivo de Arroz. Ruminantes. Combustão de combustíveis fósseis. Queima de Biomassa. Vazamento de gás natural.
N ₂ O	Fertilizantes. Queima de biomassa. Conversão de terra para fins agrícolas. Combustão de combustíveis fósseis.

Fonte: Rosswell, 1991

Todos os gases emitidos, em excesso, são prejudiciais a saúde humana e ao meio ambiente. São dadas as características de cada um, de acordo com o Ministério do meio ambiente (MMA), seguem abaixo os gases são os quais são encontrados na combustão de óleo diesel:

- a) **Material Particulado:** é uma mistura complexa de sólidos com diâmetro reduzido, cujos componentes apresentam características físicas e químicas diversas. Em geral o material particulado é classificado de acordo com o diâmetro das partículas, devido à relação existente entre diâmetro e possibilidade de penetração no trato respiratório. Efeitos - estudos indicam que os efeitos do material particulado sobre a saúde incluem: câncer respiratório, arteriosclerose, inflamação de pulmão, agravamento de sintomas de asma, aumento de internações hospitalares e podem levar à morte.

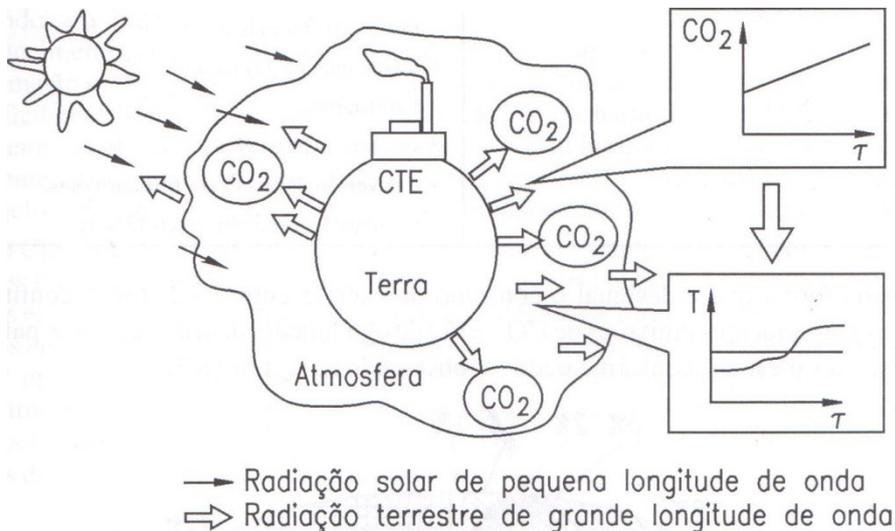
- b) **Dióxido de Enxofre (SO₂)** - é um gás tóxico e incolor, pode ser emitido por fontes naturais ou por fontes antropogênicas e pode reagir com outros compostos na atmosfera, formando material particulado de diâmetro reduzido. Efeitos - entre os efeitos a saúde, podem ser citados o agravamento dos sintomas da asma e aumento de internações hospitalares, decorrentes de problemas respiratórios. São precursores da formação de material particulado secundário. No ambiente, podem reagir com a água na atmosfera formando chuva ácida.
- c) **Dióxido de Nitrogênio (NO₂)** - é um gás poluente com ação altamente oxidante, sua presença na atmosfera é fator chave na formação do ozônio troposférico. Além de efeitos sobre a saúde humana apresenta também efeitos sobre as mudanças climáticas globais. Efeitos - altas concentrações podem levar ao aumento de internações hospitalares, decorrente de problemas respiratórios, problemas pulmonares e agravamento à resposta das pessoas sensíveis a alérgenos. No ambiente pode levar a formação de smog fotoquímico e a chuvas ácidas.
- d) **Monóxido de Carbono (CO)** - é um gás inodoro e incolor, formado no processo de queima de combustíveis. Efeitos - este gás tem alta afinidade com a hemoglobina no sangue, substituindo o oxigênio e reduzindo a alimentação deste ao cérebro, coração e para o resto do corpo, durante o processo de respiração. Em baixa concentração causa fadiga e dor no peito, em alta concentração pode levar a asfixia e morte.

3.7.1. Efeito Estufa

O efeito estufa pode ser definido como o acréscimo constante da temperatura média da Terra, em consequência do aumento da concentração atmosférica de alguns gases, tais como o gás carbônico (CO₂), os clorofluorcarbonos (CFC), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), etc. O aumento das emissões de gás carbônico está diretamente ligado com o aumento da temperatura, como mostrado na Figura 7. Estes gases são conhecidos como gases estufa e capturam parte da radiação infravermelha que a Terra devolve para o espaço, provocando o aumento

da temperatura da atmosférica com as decorrentes mudanças climáticas. (LORA; NASCIMENTO, 2004). Vale lembrar que o efeito estufa é um sistema natural de manutenção da vida humana.

Figura 7 - Efeito Estufa



Fonte: Geração Termoelétrica, 2004.

3.7.2. PRONAR

Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR) foi criado pela CONAMA por meio da resolução nº 05 de 15 de junho de 1989, visando ser um objeto normativo com o intuito de “permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas à melhora da qualidade do ar, ao atendimento dos padrões estabelecidos e o não comprometimento da qualidade do ar nas áreas consideradas não degradadas”.

Ligados ao PRONAR surgiram outras resoluções a fim de somar, abranger e normatizar o controle das emissões. Como a resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, que institui padrões de qualidade do ar. E resolução CONAMA nº 8, de 6 de dezembro de 1990, institui estabelecimento de limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes fixas de poluição.

3.8. RESÍDUOS SÓLIDOS

Os problemas relacionados à disposição de resíduos sólidos são uma discussão atual e crescente. O que sustenta o desenvolvimento e crescimento de uma sociedade, além dos estudos e tecnologias desenvolvidas, é o consumo de recurso energético. Porém tudo o que construímos e consumimos gera resíduo, e quanto mais consumirmos mais resíduos geramos.

A seguir, a Tabela 4 quantidade de resíduo gerada no Brasil em relação a sua composição gravimétrica média dos Resíduos Sólidos Urbanos, considerando como base a quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados no ano de 2008.

Tabela 4 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Material Reciclável	31,9	58.527,40
Metal	2,9	5.293,50
Aço	2,3	4.213,70
Alumínio	0,6	1.079,90
Papel, Papelão	13,1	23.997,40
Plástico total	13,5	24.847,90
Plástico filme	8,9	16.399,60
Plástico rígido	4,6	8.448,30
vidro	2,4	4.388,60
Matéria orgânica	51,4	94.335,10
Outros	16,7	30.618,90
Total	100	183.481,50

Fonte: Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Desses resíduos existe uma parte considerável que não tem uma disposição final adequada, como é o caso dos que vão para os lixões. A tabela 5 mostra a destinação dada maioria dos resíduos sólidos.

Tabela 5 - Quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para diferentes formas de destinação final, para os anos 2000 e 2008.

Destino Final	Quantidade (t/d)	%
Aterro Sanitário	110.044,40	58,3
Aterro Controlado	36.673,20	19,4
Vazadouros a céu aberto (lixões)	37.360,80	19,8
Unidade de compostagem	1.519,50	0,8
Unidade de triagem para reciclagem	2.592,00	1,4
Unidade de incineração	64,80	<0,1
Vazadouro em áreas alagáveis	35,00	<0,1
Locais não fixos	SI	
Outra Unidade	525,20	0,3
Total	188.814,90	

SI: sem informação. Na PNSB 2008 não se utilizou essa opção como destino final

Fonte: IBGE (2002), IBGE (2010b).

Em resposta a todo esse resíduo gerado, como solução tem-se a reutilização, reciclagem e descarte. Porém, o Brasil ainda está iniciando o seu processo de conscientização no que diz respeito ao meio ambiente, então vale lembrar que apesar do potencial de reutilização dos resíduos e reciclagem ainda é pouco explorado. De acordo com o Diagnósticos dos resíduos sólidos Urbanos (Ipea, 2012), em termos nacionais, o número de municípios com algum sistema de coleta seletiva aumentou em 120%, mas a fração dos municípios que já possuem algum sistema de coleta não ultrapassa os 18% do total. A maioria dos programas em vigência se localiza nas regiões Sul e Sudeste.

Os resíduos não devem ser vistos apenas como problemas, mas também um canteiro de oportunidades. Segundo o caderno de sustentabilidade (2012) “Os resíduos descartados diariamente por residências e empresas podem ter um destino muito mais nobre, servindo como matéria-prima para negócios e com destinações mais adequadas. Pode-se, por exemplo, produzir adubo e energia, recuperando o valor econômico desses resíduos. A prática da reciclagem gera emprego e renda, reduz a quantidade de recursos naturais que processamos para nossas atividades e também diminui a necessidade de ocupar (e poluir) espaços para depositar os

materiais que cumpriram apenas uma vez sua função socioeconômica. E o que não se pode reciclar sempre tem outra destinação adequada, atendendo a um princípio que é básico no conceito de desenvolvimento sustentável: não transferir a solução do problema para as futuras gerações”.

O reaproveitamento e a reciclagem são recomendados pelo PNRS (Plano Nacional de Resíduos Sólidos) como alternativas de diminuição dos resíduos para a disposição final, e o mesmo traz em suas diretrizes “Eliminação de lixões e aterros controlados até 2014 e Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos, conforme estabelecido na lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e seu decreto regulamentador – Decreto no. 7.404/2010”.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa se desenvolve nos sistemas isolados, que são localidades onde o SIN não atua. E dentro deste, foi escolhido o município de São Sebastião da Boa Vista, que fica localizado na Ilha do Marajó e é abastecido por grupo gerador movido a diesel.

A estratégia adotada é comparar os dados de emissões atmosféricas, geração de resíduos e ruídos com uma segunda usina, neste caso o projeto de usina de aproveitamento energético de resíduos e fazer associação com os dados obtidos.

A fase de levantamentos de dados envolveu a coleta de material bibliográfico provenientes de livros, trabalhos e artigos publicados. E ainda pesquisa junto ao órgão ambiental (semas).

Todo material coletado foi dividido em dados para resultados e informações para referencial teórico. Os resultados das usinas serão comparados, qualitativamente, entre si e avaliados dentro dos quesitos: emissões atmosféricas, geração de resíduos e ruídos. Para os quesitos em que não possuem dados das usinas será aplicado as normas. Para resíduos sólidos NBR 10.004/2004 que dará suporte à classificação qualitativa dos resíduos. E para ruídos a resolução CONAMA 01/90 juntamente com a NBR 10151/97.

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

Enquanto que para emissões atmosféricas será usada a resolução CONAMA nº 436/2011 que define limites máximos de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível.

5. ESTUDO DE CASO

Nesse estudo buscou-se trazer informações sobre uma usina termoelétrica de um sistema isolado e uma proposta de solução sustentável para a geração de energia que não impactasse tanto o meio ambiente e trouxesse soluções para o município tanto na eficiência energética quanto na questão de resíduos. Ele propõe o comparativo ambiental, explorando as diferenças entre as poluições geradas por cada um, abordando emissões de gases poluentes, resíduos e ruídos gerados.

Como o município de São Sebastião da Boa Vista é integrante dos sistemas isolados, viabilizando a utilização de geração de energia distribuídas, no caso a UTE, de forma a atender a demanda da população, e complementar a isso o município possui um dos problemas ambientais que assola o país que é a disposição final incorreta de resíduos, se tornou um atrativo para a utilização da tecnologia que visa juntamente com o tratamento de resíduos a geração de energia elétrica, reduzindo assim o uso de combustíveis fósseis e contribuindo para o saneamento básico do município.

O estudo que tem como tema “Desafios e Oportunidades para o Acesso Universal à Energia Elétrica na Amazônia” de Rafael Ninno Muniz, trouxe uma abordagem de todo o cenário energético, seguido de estudo sobre a utilização da biomassa residual e dos resíduos sólidos urbanos, e as tecnologias ligadas a ela. Além de levar em conta o Plano de gestão Integrada de resíduos sólidos, de forma a avaliar a quantidade de biomassa que a cidade poderia gerar. E em seu resultado de proposta de implantação apontou os gastos deste sistema híbrido, e baseou-se em sua viabilidade financeira.

5.1. UTE A ÓLEO DIESEL

Atualmente o município de São Sebastião é atendido por um parque de geração de energia termoelétrica que utiliza como combustível o óleo diesel (combustível fóssil). A CELPA é a concessionária responsável pela distribuição de energia, porém a geração de energia é realizada pela GUASCOR.

Os dados do parque de São Sebastião da Boa Vista segundo Eletrobrás (2014) descrevem que existe na usina 6 grupos óleo diesel, com capacidade nominal total igual a 2.566 kWe (2.140 kWe efetivos):

- a) 2 x 336 kWe (285,6 kWe efetivos)
- b) 1 x 350 kWe (297,5 kWe efetivos)
- c) 1 x 347 kWe (280 kWe efetivos)
- d) 1 x 360 kWe (280 kWe efetivos)
- e) 1 x 837,6 kWe (712 kWe efetivos); -Adquirido recentemente.

O consumo de energia anual previsto este ano de 2015 é de 13.112 MWh. Enquanto que o consumo de diesel é de 3.789.000 litros/ano;

5.1.1. Caracterização da UTE

A usina é composta por grupos geradores a diesel, motores, tanque de armazenamento de combustível e de óleo lubrificante, caixas separadoras e uma subestação de transmissão. Outras instalações presentes na planta são a sala de operação e escritório.

Os geradores e motores constituem o parque de máquina da usina e ficam dentro de contêineres – por isso são chamadas de máquinas ou grupo geradores cabinados. E são acoplados a motores movidos a óleo diesel e geram a energia.

O combustível (diesel) e óleo lubrificante são armazenados em tanques e são transportados por meios de tubulações até chegarem aos motores.

5.1.2. Geração de resíduos

Os resíduos gerados pela usina são de acordo com a classificação da NBR 10.004/2004: perigosos (classe I), não inertes (Classe IIA) e inertes (Classe IIB). Diante disto as tabelas 6, 7 e 8 mostram quais resíduos podem ser encontrados dentro de suas respectivas classificações.

Tabela 6 - Resíduos perigosos – classe I (ABNT 10004/2004).

Origem	Tipos de Resíduos
Manutenção das edificações	Lâmpadas fluorescentes
Manutenção dos Equipamentos em Geral	Estopas e trapos contaminados com óleo e graxa
	Filtros de óleo
	Bateria dos Grupos geradores
	Óleo queimado e/ou contaminado

Fonte: PGRS/ UTE GUASCOR.

Tabela 7 - Resíduos não inertes – classe II A (ABNT 10004/2004).

Origem	Tipos de Resíduos
Alimentação	Embalagens diversas de alimentos
	Resíduos de alimentação
Atividades administrativas	Diferentes tipos de papel, papelão e embalagens plásticas não contaminadas.
Sanitários	Resíduos sanitários (Papeis em Geral)
Limpeza das edificações e Áreas comuns	Embalagens de produtos de limpeza
Manutenção de Jardins e Vias de acesso	Resíduos orgânicos de varrição e jardim

Fonte: PGRS/ UTE GUASCOR.

Tabela 8 - Resíduos Inertes – classe II B (ABNT 10004/2004).

Origem	Tipos de Resíduos
Manutenção de equipamentos em geral	Filtro de ar
Todas as atividades	EPIs diversos

Fonte: PGRS/ UTE GUASCOR.

A disposição final dada a esses resíduos é específica para cada tipo. Os resíduos de Classe II A e II B (Não inertes e Inertes) são encaminhados para o serviço de coleta municipal que atende, diariamente, o empreendimento.

Enquanto que os resíduos de Classe I (perigosos) recebem destinação específica: As lâmpadas fluorescentes são acumuladas e encaminhadas para empresas de reciclagem; As baterias dos equipamentos são devolvidas para o revendedor; O óleo queimado e o óleo contaminado são encaminhados para a empresa de refino; Enquanto que os filtros de óleo lubrificantes usados, os filtros usados nas bombas centrifugadoras e os resíduos resultantes das manutenções dos equipamentos (estopas, esponjas, etc.) recebem tratamento dentro do empreendimento, de forma que são descartados isentos de substâncias poluentes e contaminantes.

5.1.3. Geração de ruídos e vibrações

O funcionamento da usina é durante 24 horas por dia, 7 dias por semana, conforme dados obtidos dos órgão público, possuem geradores de potencias, as quais emitem vibrações e ruídos.

Não foi possível obter dados da geração de ruídos e vibrações devido a empresa não autorizar o uso dos dados da UTE.

5.1.4. Emissões atmosféricas

A emissão de gases por parte da UTE é esperada pelos escapamentos dos grupos geradores. Neste caso, o esperado são os seguintes gases com potencial de

alteração da qualidade do ar: Material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e monóxido de carbono (CO).

5.2. UAER - SSBV (USINA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS)

A UAER- SSBV tem como objetivos a geração de energia elétrica e o tratamento dos resíduos sólidos do município, que irá contribuir para o saneamento básico e ambiental, melhorias na saúde e qualidade de vida da população.

Atualmente São Sebastião da Boa Vista conta apenas com um lixão a céu aberto para disposição de seus resíduos sólidos. Neste caso, uma usina que usasse como combustível a biomassa residual e os resíduos sólidos urbanos do município abririam portas para uma melhor gestão dos resíduos gerados, assim, contribuiria para o saneamento básico, e simplificaria em relação a custos associados. Em relação a geração de energia elétrica, reduziria o consumo de combustíveis fósseis, visto que o município pertence ao chamado Sistema Isolado, reduzindo assim a emissão de gases poluentes.

A tecnologia proposta para usina é de Pirólise Lenta a Tambor Rotativo, que utiliza processo termoquímico para transformar os resíduos em um gás combustível, chamado gás de síntese, que por sua vez é utilizado como combustível em grupos geradores a gás para gerar energia elétrica limpa e renovável (MUNIZ, 2015, apud CHAMON; CARDOSO; BARROS, 2013; COSENZA et al., 2014).

Essa proposta iria solucionar os problemas de emissão de gases poluentes como também a disposição incorreta de resíduos sólidos do município. Ou seja, seria um ganho muito grande para a população se fosse implementada a tecnologia, pois com um único sistema solucionaria dois problemas.

Os estudos prévios conduzidos apontam as seguintes vantagens para a implantação do projeto (MUNIZ, 2015).

- a) Usina com capacidade de tratamento de 10 toneladas de resíduos por dia, volume gerado no município, que serão convertidos em 200 kWe de capacidade elétrica para uso local;
- b) Geração de fonte renovável, previsível e constante (geração de base, 90% de disponibilidade), que não causa complicações na gestão do sistema elétrico isolado;
- c) Eliminação de problemas com odores e vetores de doença;
- d) Simplificação do sistema de destinação final dos resíduos sólidos urbanos;
- e) Tratamento de resíduos indiferenciados, simplificando e flexibilizando a gestão dos resíduos sólidos urbanos do Município (não há necessidade de pré-tratamento dos resíduos);
- f) Emissões mais limpas que as obtidas com diesel (redução de emissões poluentes);
- g) Tratamento de vários tipos de resíduos, inclusive resíduos de poda, caroço de açaí, casca de palmito, lodo de ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), borra de tanques de combustível, restos de abate de animais, etc.;
- h) Tratamento de resíduos infectantes, em especial lixo hospitalar;
- i) Alto índice de automação, com pequeno uso de mão de obra e supervisão remota;
- j) Redução de 90% do volume dos resíduos;
- k) Produção de biocarvão (biochar ou terra preta) como subproduto (resíduo do processo), passível de ser utilizado como fertilizante, em especial quando resíduos orgânicos são processados separadamente (REZENDE et al., 2011);
- l) Baixa necessidade de espaço físico, fácil deslocamento, disponível em 2 containers de 40 pés mais acessórios externos e grupo gerador a gás;
- m) Devido ao montante de resíduos disponíveis, a produção de energia elétrica a partir desta fonte é equivalente a cerca de 18% do consumo do município, podendo ser integrada com outras fontes renováveis como a energia solar e a eólica;

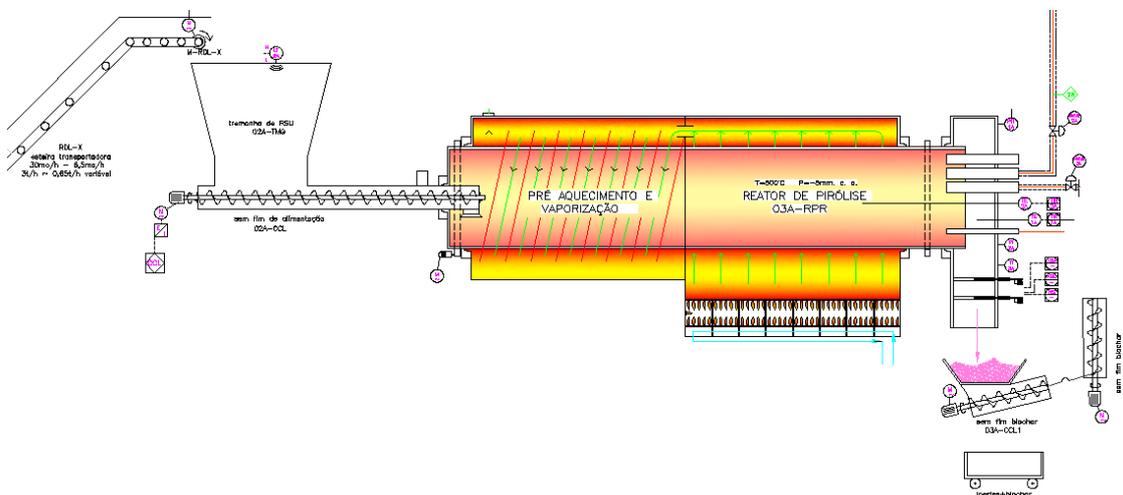
5.2.1. Funcionamento

A UAER- SSBV funcionará com a tecnologia de Pirólise lenta a tambor rotativo, que será utilizado nesse processo um reator no qual os resíduos serão submetidos a 450° C aproximadamente, e que na ausência de oxigênio os resíduos ficarão por cerca de 40 minutos a 1 hora. Nessas condições, os resíduos se degradam e a matéria orgânica degradada produzirá um gás combustível chamado de gás síntese (MUNIZ, 2015 apud CONTI, 2009). Material inorgânico como cerâmicas, vidros e metais, já que não sofrem oxidação, permanecem inalterados ao passar pelo reator e não oferecem os mesmos riscos que cinzas produzidas em unidades de incineração (MUNIZ, 2015 apud EUROPEAN COMMISSION, 2006).

Para uma melhor otimização do sistema, o gás síntese passa por um processo de purificação, retirando materiais particulados, no resfriamento e na lavagem dos gases, e para retirada dos vapores ácidos que podem se formar no processo. Esse gás já purificado tem um alto poder calorífico, onde utiliza-se parte para alimentar o processo, cerca de 30%, e o restante para processos térmicos e/ou elétricos. (MUNIZ, 2015).

A Figura 8 mostra o corte esquemático do reator, com o sistema de recepção dos resíduos, aquecimento do reator e retirada do biochar produzido pelo processo.

Figura 8 - Corte esquemático do reator de pirólise lenta.



Fonte: (Muniz 2015)

Após colocado os insumos para o funcionamento da usina, ocorrerá o processo de pirólise lenta, que por causa da ausência de oxigênio, os resíduos não sofrem oxidação, e por conta da alta temperatura haverá a decomposição rápida dos resíduos fazendo com que após esse processo haja a liberação de dois compostos: cinzas inertes, oriundas dos materiais processados inorgânicos, e biocarvão (terra preta), oriundo dos materiais processados orgânicos.

O motor utilizado pela tecnologia é de quatro tempos, de combustão pobre, com ignição por vela, pistões alternativos, turbo alimentado com refrigeração do ar de alimentação.

O motor é projetado para funcionar continuamente com gás de síntese com qualquer carga entre 40-100% da potência nominal. O motor pode funcionar com cargas de 25-40% por um período não superior a 2 horas após o qual, a carga tem que ser aumentada para no mínimo 70%. (MUNIZ, 2015 apud FAAJ et al., 2005). Os dados do grupo gerador e da máquina motriz são mostrados na tabela 9, 10 e 11.

Tabela 9 – Dados técnicos principais da UAER.

Dados Técnicos Principais	
Capacidade de tratamento total bruta	10 ton/dia
Número de grupos geradores	1
Capacidade de geração de gás de síntese	100,0 m ³ /h
Capacidade de geração unitária do grupo gerador	200 Kw
Refrigeração	Circuito fechado
Potência de transformação do transformador elevado	1x275 kVA
Tensão nominal de conexão ao sistema de distribuição	13,8 kV
Consumo interno	30 Kw

Fonte: MUNIZ (2015).

Tabela 10 – Dados do grupo gerador da UAER.

Grupo Gerador

Tipo	Síncrono – três fases
Potência/Fator de potência	220 kVA/0,92
Tensão Nominal	0,440 kV
Faixa de ajuste de voltagem	5 %
Frequência/Rotação	60 Hz/1.800 rpm

Fonte: MUNIZ (2015).

Tabela 11 – Dados do equipamento motriz da UAER.

Equipamento Motriz	
Tipo	Motor a pistão
Ciclo térmico	OTTO / Ciclo simples
Número de cilindros	6
Potência nominal (Base Load)	200 kW
Rotação	1.800 rpm
Heat Rate (Base PCI)	7.950 kJ/kWh
Temperatura água (Refrigeração)	25,0 °C

Fonte: MUNIZ (2015).

Na tabela 12, constam os dados que compõe a UAER-SSBV.

Tabela 12 – Elementos que irão compor a UAER-SSBV.

ITEM	SUBITEM
Sistema de Alimentação	Sistema de alimentação
	Triturador
	Tremonha
	Rosca sem fim
Reator	Reator de Pirólise
	Queimadores
	Cilindro de GLP

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

Ciclones	Válvula rotativa Tanque de mistura lodo-carvão Misturador lodo-carvão Bomba lodo-carvão Ciclones de gás Válvula Rotativa
Resfriamento e lavagem dos gases	Decantador Bomba espuma Bomba água básica Tanque de água de resfriamento Torre de resfriamento Filtro venturi de resfriamento
Armazenagem do gás de síntese	Aspiradores de gás de síntese Sopradores recirculação gás de síntese Gasômetro Selo hidráulico Filtro de areia
Gerador e acessórios	Soprador de gás do Grupo Gerador Grupo Gerador a Gás Filtro a vela
Queimadores	Queimador tipo <i>Flare</i>
Tubulação	Tubos, Válvulas, Flanges Suportes, peças especiais Juntas, guarnição
Controle	Instrumentação para campo PLC Quadro inversores Quadro interface Sistema Supervisório
Sistema Elétrico	Aterramento Iluminação

	Proteções
Sistema Antincêndio	Bombas água Tanque de água Hidrantes

Fonte: Muniz (2015).

A figura 9 ilustra uma UAER e demonstra 10 ton/dia e 200 kW.

Figura 9 - Unidade de Demonstração dentro do contêiner, com dimensões e capacidade equivalente à UAER-SSBV



Fonte: Muniz (2015)

5.2.2. Insumos para funcionamento

Os resíduos atualmente conhecidos como um passivo ambiental para o município serão os que vão alimentar a usina para a decomposição dos mesmos, solucionando os problemas de saneamento básico local, prevê realizar a biorremediação a área do lixão, descontaminando seu solo e conseqüentemente recuperando suas águas subterrâneas, como também para a geração de energia elétrica ou energia térmica, que abastecerá a população parcialmente ou totalmente.

O empreendimento irá oferecer solução de destinação final para vários tipos de resíduos que, devido às características locais, são de difícil manejo e logística. São destacados os resíduos:

- a) Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Resíduos de Serviços de Saúde (RSS);
- b) Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto (Lodo de ETE);
- c) Resíduos e borras oleosas do armazenamento de combustíveis e lubrificantes;
- d) Restos orgânicos como caroço de açaí e casca de palmito, abundantes na região e fonte de alimento para população local. Restos de animais mortos e carcaças de animais abatidos pelo abatedouro existente no município.

5.2.3. Análise ambiental da Usina de Aproveitamento Energético de Resíduos de São Sebastião da Boa Vista (UAER – SSBV)

A Usina de Aproveitamento Energético de Resíduos tem que obedecer aos aspectos legais de acordo com as legislações brasileiras competentes visando não causar tantos danos ao meio ambiente e a população do entorno. A UAER- SSBV tem suas vantagens no aspecto ambiental no que diz respeito a geração de resíduos, geração de ruídos e emissão de gases poluentes, que será relatado mais a frente.

5.2.4. Geração de resíduos

A usina não descartará resíduos, até onde for viável, com segregação de rejeitos sólidos e líquidos, obedecendo às normas ambientais estaduais e federais.

Sobre os resíduos líquidos, todas as borras de lubrificante e graxa da usina serão coletadas e direcionadas para o reator de pirólise onde serão processadas e

transformadas em gás de síntese. Não haverá tratamento de águas oleosas, pois os óleos não ficaram em circulação.

Os resíduos sanitários originados da usina serão coletados e dispostos no sistema de coleta e tratamento local, pois estima-se consumos diário de 200 l /dia para o uso sanitário e a dedicação de 10% dos funcionários da UAER-SSBV.

A maioria de resíduos sólidos produzidos pela UAER-SSBV constará em filtros cartuchos de água e óleo, filtros do sistema de tratamento de águas contaminadas, resíduos alimentares e resíduos do tanque de borra. Todos estes resíduos serão direcionados para o reator de pirólise onde serão processados e transformados em gás de síntese.

Os compostos resultantes no processamento de pirólise são compostos inertes e também compostos que tem uma grande utilidade para a agricultura e podem ser comercializados.

As cinzas inertes podem ser comercializadas para o uso de produção de cerâmicas, na construção civil e na pavimentação de estradas, e no caso de não comercialização, seria requerida uma área bem menor do que um aterro sanitário para depositá-las, sendo que ela reduz após passar no processo de pirólise lenta. O biocarvão é originado quando apenas resíduos orgânicos são processados na usina, e é inerte e útil para aplicações agrícolas, assim sendo como município basicamente tem sua economia baseada na agricultura seria um processo benéfico, pois além de estar aproveitando resíduos os venderia para ter uma economia a mais. (MUNIZ, 2015).

5.2.5. Geração de ruídos

O nível de ruído é baixo, <85 Db(A) na sua área interna. Os grupos geradores serão cabinados, isto é, montados em contêineres isolados acusticamente. O grupo gerador é montado sobre amortecedores de vibração, que reduz drasticamente as vibrações no seu entorno. (Muniz, 2015).

5.2.6. Emissões atmosféricas

A UAER-SSBV terá duas fontes de emissões, que se origina do queimador do reator de pirólise e dos gases de escape dos grupos geradores. Alguns compostos como cloro (HCl), de flúor (HF) e metais não são encontrados nos gases de pirólise limpa, portanto não são encontrados nas fontes de emissão.

A tabela 13 mostra a estimativa feita de emissões de gases poluentes oriundo da combustão do sistema de aquecimento do reator. Ainda na tabela 13, a Resolução 316/200 é usada apenas como um comparativo, haja vista que a pirólise é tratamento térmico (porém não é incineração).

Segundo o projeto básico UAER-SSBV, Como os gases provenientes de escape dos grupos geradores não se encontram em nenhuma normativa nacional de emissão de poluentes, utilizou-se a legislação alemã para limitar esses poluentes, os valores são comparados segundo a verificação da usina de pirólise, descrito na tabela 14.

Tabela 13 - Concentração de poluentes nos gases de combustão do aquecimento do reator.

Poluentes	Emissões na chaminé (µg/Nm³)	Limites Normativos CONAMA 316/2002 (µg/Nm³)
Particulado	0,89	70
HCl	0,000	80
HF	0,000	5
SO ₂	2,46	280
NOx	370	560
CO	21,9	123
Metais pesados	0,000	0,28
Hidrocarbonetos totais	<10,000	/
Dioxinas e Furanos (ng/Nm³)	0,000	0,5

Fonte: CONAMA (2002); (MUNIZ,2015 apud UAER-SSBV (2013)).

Tabela 14 - Concentração de poluentes nos gases de combustão dos grupos geradores.

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

Poluentes	Emissões no escape	Normativa Alemã (TA Luft)
NOx	<500	1000
CO	<300	1000

Fonte: MUNIZ (2015) apud TA-LUFT (1986); De Melo et al. (2008); UAER-SSBV (2013).

Perceba que o desempenho ambiental e relação de gases emitidos, são os melhores do mercado, pois poluentes como os gases ácidos são eliminados no sistema de lavagem de gases síntese, e não há a possibilidade de produção de elementos cancerígenos, como furanos e dioxinas (MUNIZ, 2015 apud CHAMON; CARDOSO; BARROS, 2013).

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

Nas Usinas são gerados resíduos de classes I - perigosos e classe II - Não perigosos de acordo com as características de cada Usina, os quais tem seu tratamento diferenciado devido a sua classificação, e este tipo de tratamento muda de uma usina para outra como segue abaixo.

A Usinas Termoelétricas à diesel e a de Aproveitamento Energético de Resíduos geram resíduos de classe II – Não inertes devido ter na infraestrutura de seus empreendimentos escritórios, sala de operação, banheiros, e trabalhadores responsáveis pela geração desses resíduos. Dependendo do número de trabalhadores, a quantidade de resíduos muda, mas independente disso haverá a geração, mesmo em números reduzidos como em um número alto de trabalhadores.

Para a geração de Resíduos de Classe I – Perigosos, são descritos na tabela 15.

Tabela 15 – Geração de resíduos perigosos na UTE e UAER-SSBV

N	Resíduos classe I: Perigosos			
	UTE		UAER - SSBV	
	GERAÇÃO	TRATAMENTO	GERAÇÃO	TRATAMENTO

1	Lâmpadas Fluorescentes	Reciclagem	Lâmpadas Fluorescentes	
2	Baterias de grupos geradores	Logística reversa	Bateria de grupo gerador	
3	Estopas e trapos contaminados com óleo e graxa, e filtros de óleo.	Tratamento interno e depois direcionado ao serviço de coleta externa	Borras de lubrificantes e graxas.	Tratamento na própria usina
4	Óleo queimado/contaminado	Encaminhado para rerrefino	Filtro cartucho de água e óleo	
5			Filtros do sistema de tratamento de águas contaminadas	
6			Resíduo do tanque da borra	

Fonte: Adaptado De PGRS/Ute GUASCOR.

Foi possível fazer uma análise quanto a geração, tratamento e destinação final de resíduos Classe I da UTE, mesmo não possuindo os dados da Usina, mas se embasando na qualificação de cada tipo de resíduo perigoso que uma Usina a óleo diesel pode gerar.

Há uma dificuldade de logística na UTE em relação ao encaminhamento de óleo contaminado e/ou queimado para uma empresa de rerrefino, pois esses resíduos não podem ser diretamente direcionados ao seu destino final sem antes um tratamento, devido sua periculosidade, assim como a estopa de filtros e trapos contaminados com óleo e graxa, que tem seu tratamento na própria usina. Existe também, a circulação desse óleo, que quando escoado para a drenagem e enviados para o tratamento de águas oleosas, acumulam óleos na caixa SAO que precisam ser retirados constantemente por uma empresa especializada ou pelos próprios funcionários, com equipamentos corretos para a limpeza, e esses resíduos que são tóxicos, devem ter a destinação final correta, a qual não contamine o meio ambiente.

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

Em relação aos resíduos perigosos gerados pela UAER – SSBV, como não há óleo em circulação, não há a necessidade de tratamento de águas oleosas, reduzindo dessa maneira os resíduos e riscos de contaminação do solo. O tratamento de todos os resíduos gerados pela UAER- SSBV se dará pelo processo da própria usina, sendo direcionados para o reator de pirólise onde serão processados e transformados em gás síntese.

A diferença entre as Usinas está na logística, no transporte dos resíduos e no tratamento interno e externo. Na UTE, os resíduos de classe II e os resíduos tratados internamente vão para a destinação final do município, que é o lixão, esperando ser queimado e decomposto de forma incorreta gerando poluentes, como o metano e chorume, que contamina o solo e lençol freático, já os resíduos perigosos, que são destinados primeiramente para o rerrefino, e tratados, apresentam toxidades no processo pós rerrefino, segundo a classificação da Resolução CONAMA 10.004 de 2004, que diz que a borra ácida e neutra proveniente do processo de rerrefino de óleos lubrificantes, são tóxicas, e apresentam grande número de constituintes perigosos.

Na UAER – SSBV, os resíduos de Classe I e Classe II vão para o reator de pirólise, exceto os resíduos perigosos como: Lâmpadas fluorescentes e baterias, que são aglomeradas uma determinada quantidade para que tenham um processo no reator de pirólise só delas. Os materiais inorgânicos se transformam em cinzas, e os materiais orgânicos em biocarvão, sendo que quando as cinzas são dispostas em aterros sanitários, são inertes, e o biocarvão pode ser utilizado como fertilizantes para a agricultura.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, é fundamental explorar todas as possibilidades para a disposição e tratamento, em especial a não produção, a coleta seletiva, a reciclagem e o aproveitamento energético dos resíduos sólidos, de forma que venha a minimizar a forma não sustentável e provisória apresentada pelos aterros sanitários (MMA, 2010). No caso de São Sebastião da Boa Vista, seria essencial, haja vista que ainda possui um lixão a céu aberto para disposição final dos resíduos municipais, e é abastecida eletricamente por uma fonte não renovável e poluente que é o diesel.

8.2. GERAÇÃO DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES

A Usina Termoelétrica de São Sebastião da Boa Vista foi construída em uma área onde não existia uma quantidade expressiva de moradores ao redor, porém havia existência de poucas residências que foram impactadas com a chegada da UTE por conta do desconforto acústico. Ao decorrer de uma década o crescimento populacional do município teve um grande acréscimo, principalmente na área urbana, e a área que se localiza a UTE foi acrescentada de mais residências, fazendo com que um maior número de pessoas passasse a ser atingidas em decorrência dos impactos da poluição sonora.

A UAER – SSBV tem a proposta de se instalar na área aonde funciona o atual lixão do município, nessa área há poucas moradias, por razão do mau cheiro. A Usina emitirá <85 Db(A) na sua área interna, os grupos geradores serão cabinados, isto é, montados em contêineres isolados acusticamente, e reduzirá as vibrações devido o grupo gerador ser montado sobre amortecedores.

Embora não se tenha dados para mensurar o quanto de problemas a geração desses ruídos e vibrações causam. Julga-se que as residências localizadas mais próximas à área da UTE da Guascor devam sofrer impactos pelo aumento da pressão sonora e/ou das vibrações provocadas pelos motores da usina. Destaca-se que existem limites de emissão sonora legalmente instituído no Brasil, através da Resolução CONAMA 01/1990. No entanto não foi possível fazer tal comparação entre a legislação na resolução citada e o observado através de um plano de monitoramento de ruídos. Pois, na pesquisa não foi possível confirmar a execução do mesmo. Apesar dos técnicos da SEMAS – PA, confirmarem a existência de um Plano de Monitoramento de Pressão Sonora elaborado para as usinas da Guascor.

Ressalta-se que a resolução CONAMA 01/90 estabelece que os níveis excessivos de ruídos estão sujeitos ao controle da poluição de meio ambiente, e segundo o inciso II que fala sobre os ruídos de nível superiores que causam prejuízos à saúde onde são considerados aceitáveis pela NBR 10151/97 que estabelece a Avaliação do ruído em áreas habitadas, que estabelece o nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos. Conforme mostrado na tabela 16.

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

Tabela 16 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de área	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial.	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa.	60	55
Área mista, com vocação recreacional.	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151, 2000.

Hoje em dia a UTE em funcionamento em São Sebastião da Boa Vista é cercada por residências, com existência de hospital, escolas e pequenos comércios, assim sendo, o seu NCA (Nível de critério de avaliação) para ambientes externos está compreendido entre 50 dB(A) diurno e 45 dB(A) noturno. Não se sabe se, atualmente a Usina segue os limites estipulados pela NBR 10151/97, porém é de conhecimento público a existência de reclamações sobre o desconforto acústico naquela área.

No caso da UTE, deve-se fazer uma reavaliação do empreendimento e da área do entorno dele para verificar se os níveis de ruídos emitidos se apresentam danosos à população devido a esse crescimento urbano da cidade e, se houve uma suposta modificação do solo devido as vibrações dos grupos geradores. No caso de implementação da UAER – SSBV deverá fazer o monitoramento das emissões de ruídos no empreendimento e na área de entorno, verificando o conforto acústico dos moradores ao redor.

8.3. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Para ambas as usinas, qualitativamente falando, haverá emissões de PM (Material particulado), Dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x) e monóxido de carbono (CO).

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

Dentre os poluentes apontados, o estudo sobre a UAER-SSBV estimou os seus dados de emissão para os gases de combustão do aquecimento do reator, como mostrado anteriormente na tabela 13, pois segundo o estudo seria a emissão mais expressiva da UAER.

Na tabela 13, onde foram estimadas as emissões de concentração de poluentes nos gases de combustão do aquecimento do reator e comparada a CONAMA 316/2002, todos os gases emitidos estavam abaixo do solicitado pela norma. Ressaltando que este comparativo feito por Muniz foi apenas porque a pirolise também se trata de um tratamento térmico (mas não de incineração).

Em relação aos dados da usina a diesel apenas o qualitativo foi obtido, então para nível de melhor entendimento dos números de contaminantes lançados será mostrada a tabela 17 de limites máximos de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível, normatizada pela resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011.

Tabela 17 - limites máximos de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível

Potência térmica nominal (MW)	MP	NO_x (como NO₂)	SO_x (como SO₂)
MW < 10	300 µg/Nm ³	1600 µg/Nm ³	2700 µg/Nm ³
10 ≤ MW ≤ 70	250 µg/Nm ³	1000 µg/Nm ³	2700 µg/Nm ³
MW > 70	100 µg/Nm ³	1000 µg/Nm ³	1800 µg/Nm ³

Fonte: Resolução CONAMA nº 436, 2011

O grupo gerador a diesel do município de SSBV está qualificado na primeira linha da tabela 17 onde as potências são menores que 10MW, e como resultado dos gases MP, NO_x e SO_x temos 300, 1600 e 2700 µg/Nm³ respectivamente.

Os dados da UTE à diesel, para a mensuração das dimensões dos problemas que as emissões de gases podem causar, não foram obtidos. Apesar de sabermos que um empreendimento desta natureza tem um alto potencial poluidor e seus limites são legalmente instituídos pela Resolução CONAMA 436/2011, como mostrado na tabela 17. Através de técnicos da SEMAS – PA confirmamos a

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

existência de um Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas elaborado para outras usinas da Guascor, mas não confirmamos se a UTE de SSBV possui algum.

O lançamento de gases em altas concentrações não se limita apenas a preocupação sobre a qualidade do ar na localidade que será lançada, mas também a adição que gerará aos gases do efeito estufa. Porém para a Biomassa, segundo o Protocolo de Kyoto, suas emissões de gases não são contabilizadas como contribuição aos gases de efeito estufa, já que o carbono emitido foi fixado em uma planta durante o processo de fotossíntese e, sendo assim, poderá voltar a ser fixado novamente.

9. CONCLUSÃO

O presente estudo fez uma discussão sobre a viabilidade ambiental levando em conta a atual usina do município de SSBV e uma proposta de Usina de aproveitamento energético de resíduos, porém o objetivo não é que esta discussão se encerre a cerca dessas duas possibilidades de geração, mas que outras indagações venham com o objetivo de explorar as alternativas energéticas para regiões dos Sistemas Isolados.

Além da discussão de viabilidade ambiental, outro tópico foi levantado: A escassez de informações sobre os empreendimentos potencialmente poluidores. Afinal, é de interesse público o impacto que esses empreendimentos podem causar à sua vizinhança. Ainda abordando a falta de informação, não se pôde fazer uma análise sobre o solo e como ele poderia ser impactado caso haja algum cenário de risco, haja vista a existência de tanques de armazenamento para o abastecimento do combustível (Diesel) e de óleo lubrificante.

Em termos ambientais a Usina de pirólise à RSU e biomassa residual se mostrou menos poluidora em relação ao diesel nos quesitos de emissões atmosféricas e resíduos sólidos. O que ratificou a afirmativa de Muniz quando em suas considerações finais mostrou que os resultados encontrados para o seu projeto tinham viabilidade financeira.

No caso de São Sebastião da Boa Vista mais que uma alternativa de geração elétrica, é uma alternativa de resolução de problemas sanitários, por trazer um tratamento de resíduos ao município.

A solução energética para localidades Isoladas está no investimento de estudos que mostrem com dados concretos a viabilidade de mais alternativas, de modo que seja escolhida uma solução pautada nas peculiaridades da região a ser atendida. É necessário levar em consideração as necessidades de quem mora nessas regiões e que serão afetados diretos ou indiretamente pelos empreendimentos. “A sustentabilidade requer participação popular e aceitação das tecnologias desenvolvidas; custos moderados de investimento e operação; legislação que propicie boas práticas; envolvimento dos vários seguimentos da sociedade, inclusive das empresas.” (MCLEOD e CHERRET, 2008 apud BORGES, 2013).

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10151/2000**. 2000.

Amorim, E. B. **Gases de efeito estufa produzidos pela combustão de biomassa**, 2012. 114 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106403/amorim_eb_dr_guara.pdf?sequence=1> Acesso em: 24 jun. 2015.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 2ª. ed.** Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2005.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 3ª ed.** Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008.

BRASILEIRO, B. C. **Aplicação de Tecnologia de Tratamento de Resíduos Sólidos para Geração de Energia Elétrica em Sistemas Isolados na Amazônia: Estudo de Caso em Município na Ilha do Marajó, PA.** The XI Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission. Belém. 2015.

CADERNO DE SUSTENTABILIDADE. **Gestão de Resíduos Sólidos: Uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas.** Disponível em: <http://www.cataacao.org.br/wp-content/uploads/2012/10/Gestao_de_Residuos_Solidos.pdf> Acesso em: 25 Ago. 2015.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 01/90**, 1990.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 3/90**, 1990.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 5/89**, 1989.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 8/90**, 1990.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 10004/2004**, 2004.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 316/2002**, 2002.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 382/06**, 2006.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 436/01**, 2001.

CRESESB. **Atlas do potencial eólico brasileiro.** Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf> Acesso em 22 jan 2015.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2030.** Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. 2007.

GERAÇÃO TERMELÉTRICA. **Planejamento, Projeto e Operação.** Vol. I e II. Rio de Janeiro. 2004.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2015.

JANUZZI, Gilberto De Martino. Energy discussion paper n°. 2.64-01/03. **Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro**, Jul. 2003. Disponível em:

<<http://iei-la.org/wp-content/uploads/2003/08/reliei-2640103.pdf>> Acesso em: 27 Jun. 2015.

KONDO, Natália. **Determinação de índices de desempenho de usinas Termelétricas**. 2007, 191 f. Trabalho de Conclusão de Curso- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2007/Trabalhos%20 finais/TCC_054_2007.pdf> Acesso em: 23 Ago. 2015.

Martins F.R., Guarnieri R.A. e. Pereira E.B. **O aproveitamento da energia eólica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São José dos Campos, SP, v. 30, n. 1, p.1304 17 out. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n1/a05v30n1.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf> Acesso em: 20 ago. 2015.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Lei 12305**, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 31 ago. 2015.

MME. **Ministério de minas e energia**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>> Acesso em 25 jul. 2015.

MUNIZ, R. N. Publicação de artigos científicos. **Educação e biomassa**. 2002. Disponível em: <<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n4v1/053.pdf>> Acesso em: 14 Ago. 2015.

MUNIZ, R. N. **Desafios e Oportunidades para o Acesso Universal à Energia Elétrica na Amazônia**. 2015. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)-

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

ONS. Operador Nacional do Sistema. Mapas do SIN, 2014. Disponível em: <http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx>. Acesso em: 18 Ago. 2015.

PACHECO, Fabiana. Economia em destaque. **Energias renováveis: Breves conceitos**. Out. 2006. Disponível em: <http://ieham.org/html/docs/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf>. Acesso em 25 jun. 2015.

PGIRS-SSBV. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Prefeitura Municipal de São Sebastião da Boa Vista - Secretaria Municipal de Meio Ambiente. São Sebastião da Boa Vista. 2012.

PORTARIA da ANP nº 009 de 21 de Janeiro de 200 (PANP 009/200).

Quadros, Borges, F. “**Recursos comuns e crises do meio ambiente: uma breve revisão teórica**”, en **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, Out. 2013, disponível em:

<www.eumed.net/rev/cccsc/26/aquecimento-global.html> Acesso em: 22 Jun. 2015.

PROGRAMA LUZ PARA TODOS, “**Tecnologias de Energias Renováveis Soluções Energéticas para a Amazônia**”, Nov. 2008. Disponível em: <http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Solucoes_Energeticas_para_a_Amazonia_Sintese.pdf> Acesso em: 20 Jun. 2015.

Quadros Borges, F. Moraes Zouain D. Planejamento e políticas públicas. **A matriz elétrica no Estado do Pará e seu posicionamento na promoção do desenvolvimento sustentável**. Jul/Dez. 2010. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/viewFile/201/197>> Acesso em: 23 mar. 2015.

WWF. **Energia: estudo do WWF-Brasil mostra que é possível diminuir emissões e ainda economizar**. World Wide Fund for Nature. 2007. Disponível em:

[Voltar ao SUMÁRIO](#)

<<http://www.wwf.org.br/informacoes/biblioteca/?48262/indc-estudo-do-wwf-brasil-mostra-que--possvel-diminuir-emisses-em-energia-e-ainda-economizar>> Acesso em: 01 out. 2015.

ISBN 978-85-9535-101-1



9 788595 351011 >