

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

TIAGO OSATCHUK

**FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA: O ESTADO DA TÉCNICA DAS
PRINCIPAIS FONTES NO BRASIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2019

TIAGO OSATCHUK

**FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA: O ESTADO DA TÉCNICA DAS
PRINCIPAIS FONTES NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Regina Negri Pagani

PONTA GROSSA

2019

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA</p> <p>Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	
---	--	---

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA: O ESTADO DA TÉCNICA DAS PRINCIPAIS FONTES NO BRASIL

por

TIAGO OSATCHUK

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 21 de novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dra. Regina Negri Pagani

Prof. Presidente da banca

Prof. Dr. Fabio Neves Puglieri

Membro titular

Prof. Dra. Louisi Francis Moura

Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

RESUMO

OSATCHUK, Tiago. **Fontes de geração de energia: o estado da técnica das principais fontes no Brasil**. 2019. 109 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

É inconcebível projetar desenvolvimento, sem projetar fontes de geração de energia para os inúmeros setores da atividade humana. No decorrer dos milhões de anos, a natureza, por meio do processo de decomposição, produziu os recursos para geração de energia não renováveis. Porém, o uso indiscriminado, levou à escassez e ao prejuízo que os mesmos causam ao ambiente, por lançar gases poluentes na atmosfera, que geram graves consequências, como por exemplo, as mudanças climáticas. Diante desse cenário, fontes de energia renováveis ganham um papel fundamental para garantir os princípios de desenvolvimento sustentável. Elas são alternativas limpas e não poluentes para geração de energia elétrica e são vistas como ciclo de renovação natural e são inesgotáveis. Com referência ao potencial de fontes de energia limpa, cabe ao universo acadêmico e científico desenvolver estudos e pesquisas para motivar a iniciativa pública e privada a envolverem-se na geração da mesma. Dessa forma, será aproveitada a grande disponibilidade das fontes limpas presentes no Brasil e com isso o barateamento do custo se torne real. Assim, o aproveitamento dos meios de produção sustentáveis e ecologicamente corretos, os diferentes recursos se renovam de forma natural ou se mantêm ativos permanentemente. O mundo vem dando cada vez mais atenção e tratando assuntos relacionados ao meio ambiente, com maior cuidado, devido à grande necessidade de energia em todos os setores, o Brasil também vem crescendo em relação à utilização de energia gerada por meio de fontes alternativas. O aproveitamento de resíduos além de gerar energia limpa, ainda desenvolve a economia e a sociedade pelo fato de gerar muitos empregos. Essa é a melhor definição de desenvolvimento sustentável. Para que as futuras gerações, tenham à disposição a energia necessária, é fundamental que a geração atual, além de buscar lucro e desenvolvimento, também busque aprofundar-se em estudos e pesquisas, no que se refere às fontes de energia limpa, citadas nessa pesquisa.

Palavras-chave: Geração de energia. Fontes de geração de energia. Energias alternativas. Energias renováveis.

ABSTRACT

OSATCHUK, Tiago. Sources of energy generation: the state of the art from the main sources in Brazil. 2019. 109 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Production Engineering) – Federal Technology University – Parana. Ponta Grossa, 2019.

It is inconceivable to design development without designing sources of power generation for the numerous sectors of human activity. Over the millions of years, nature, through the process of decomposition, has produced the resources for non-renewable energy generation. However, the indiscriminate use, led to the scarcity and damage that they cause to the environment, by throwing pollutant gases into the atmosphere, which generate serious consequences, such as climate change. Against this backdrop, renewable energy sources play a key role in ensuring the principles of sustainable development. They are clean, non-polluting alternatives to power generation and are seen as a natural renewal cycle and are inexhaustible. With reference to the potential of clean energy sources, it is up to the academic and scientific universe to develop studies and research to motivate public and private initiative to be involved in its generation. In this way, the large availability of clean sources present in Brazil will be taken advantage of and the cost reduction becomes real. Thus, by harnessing sustainable and environmentally friendly means of production, different resources are either naturally renewed or permanently active. The world has been paying more attention and addressing environmental issues with greater care, due to the great need for energy in all sectors, Brazil has also been growing in relation to the use of energy generated through alternative sources. The use of waste in addition to generating clean energy, also develops the economy and society by generating many jobs. This is the best definition of sustainable development. For future generations to have available the necessary energy, it is essential that the current generation, in addition to seeking profit and development, also seeks to deepen studies and research regarding the sources of clean energy, cited in this research.

Keywords: Power generation. Sources of energy generation. Alternative energies. Renewable energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Histórico do setor elétrico brasileiro.	42
Figura 2 - Radiação global média das regiões	50
Figura 3 - Rotas de uso da biomassa no Brasil.....	53
Figura 4 - Capacidades energéticas do Brasil.....	54
Figura 5 - Palavras chave "renewable energ* source*" AND "electrical energy"	59
Figura 6 - Países de pesquisa"renewable energ* source* "AND" electrical energy"	60
Figura 7 - Palavras chaves "renewable energy source*" AND "international"	60
Figura 8 - Países de pesquisa "renewable energy source*" AND "international" ...	61
Figura 9 - Usina de Guatapar	72
Figura 10 - Fluxograma tpico de planta de biogás a partir de RSU	79
Figura 11 - Corte esquemático de um aterro sanitário	83
Figura 12 - Posio de Rio Azul em relao a seus vizinhos	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Participação de biomassa no consumo total final de energia e no consumo final de energia por setor de uso final	28
Gráfico 2 - Geração mundial de energia de biomassa, por país/região, 2005-2015	29
Gráfico 3 - Participação dos seis primeiros países na capacidade mundial de energia hidrelétrica	32
Gráfico 4 - Capacidade e adições de energia hidrelétrica	33
Gráfico 5 - Capacidade instalada anual global	34
Gráfico 6 - Capacidade global acumulada	35
Gráfico 7 - Novas capacidades instaladas, 2017	36
Gráfico 8 - Capacidade acumulada, 2017	37
Gráfico 9 - Capacidade mundial e adições anuais de energia solar fotovoltaica, 2005-2015	39
Gráfico 10 - Países com maiores capacidades de energia solar fotovoltaica.....	40
Gráfico 11 - Capacidade instalada de energia eólica em 2017	47
Gráfico 12 - Matriz elétrica brasileira	48
Gráfico 13 - Capacidade instalada brasileira	51
Gráfico 14 - Crescimento do mercado fotovoltaico no Brasil.....	52
Gráfico 15 - Geração de RSU no Brasil	76
Gráfico 16 - Quantidade de RSU gerados na região Sul	77

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Classificação das fontes de energia	19
Quadro 2 - Etapas para comercialização de energia elétrica e dos créditos de carbono	81
Tabela 1 - Cinco maiores hidrelétricas do mundo	31
Tabela 2 - Eventos do setor elétrico brasileiro	44
Tabela 3 - Principais Usinas Hidrelétricas no Brasil	49
Tabela 4 - Resumo de artigos BIORESTEC.....	62
Tabela 5 - Tarifas Médias por Região (R\$/ MWh)	73
Tabela 6 - Tarifas Médias por Classe de Consumo (R\$/MWh)	73
Tabela 7 - Quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva na região Sul	77
Tabela 8 - Equivalências energéticas entre 1m ³ de biogás com outras fontes caloríficas	84
Tabela 9 - Municípios vizinhos de Rio Azul.....	87
Tabela 10 - Número de habitantes das cidades vizinhas	88
Tabela 11 - População	88
Tabela 12 - Produção de resíduo orgânico	89
Tabela 13 - População Urbana das cidades vizinhas a Rio Azul	90
Tabela 14 - Estimativa de resíduo orgânico coletado nas cidades vizinhas.....	91
Tabela 15 - Quantidade de energia gerada.....	92

LISTA DE SÍMBOLOS

GW	Gigawatts
Hz	Hertz
kWh	Quilowatt/hora
km ³	Quilômetro cúbico
MW	Megawatts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	14
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 ENERGIA.....	16
2.2 FONTES ENERGÉTICAS.....	17
2.3 FONTES NÃO RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO MUNDO.....	21
2.3.1 Carvão Mineral.....	22
2.3.2 Gás Natural.....	22
2.3.3 Petróleo e Derivados.....	23
2.3.4 Materiais Físseis.....	25
2.4 FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA, ABORDAGEM MUNDIAL.....	26
2.4.1 Biomassa.....	26
2.4.2 Usina Hidrelétrica.....	29
2.4.3 Energia Eólica.....	33
2.4.4 Energia Solar.....	38
2.4.5 Energia Geotérmica.....	40
2.4.5 Energia Maremotriz.....	41
2.5 GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL.....	41
2.5.1 Histórico.....	41
2.6 PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL.....	45
2.6.1 Energia Eólica.....	45
2.6.2 Energia Hidrelétrica.....	48
2.6.3 Energia Solar.....	50
2.6.4 Energia da Biomassa.....	53
2.6.5 Energia a partir de biogás.....	54
2.7 ANÁLISE CRÍTICA.....	58
2.7.1 Pesquisa bibliografica.....	59
2.7.2 Fontes de Energia Renovável segundo o BIORESTEC.....	61
3 METODOLOGIA	67
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	67
3.1.1 Quanto a Abordagem.....	67
3.1.2 Quanto à Natureza.....	67

3.1.3 Quanto aos Objetivos	68
3.1.4 Quanto aos procedimentos	68
3.2 DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO	69
3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	69
3.4 METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	70
4 ESTUDO DE CASO: O POTENCIAL DO BIOGÁS NO BRASIL	71
4.1 FUNCIONAMENTO DE UMA USINA DE BIOMASSA	71
4.2 CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA	73
4.3 CONSÓRCIO ENTRE PEQUENAS CIDADES	74
4.4 PANORAMA DA COLETA SELETIVA NO BRASIL, INFRAESTRUTURA NECESSÁRIO PARA UMA USINA DE BIOGÁS.....	75
4.5 INVESTIMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA USINA DE BIOGÁS	80
4.6 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS PARA OBTENÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	81
4.7 POTENCIAL DO BIOGÁS	84
4.8 VANTAGENS PARA O MUNICÍPIO	85
4.9 DESVANTAGENS	85
4.10 POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE BIOGÁS EM RIO AZUL-PR.....	86
4.11 DISCUSSÃO	92
4.11.1 Prós e contras	92
4.11.2 Dificuldades	93
4.11.3	94
Tamanho de indústria.....	94
4.11.4 Legislações existentes para dar suporte	94
4.11.5 Políticas fora do Brasil.....	94
5 CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

1 INTRODUÇÃO

A energia é componente fundamental no que se refere ao desenvolvimento, sob vários aspectos. É impossível projetar desenvolvimento sem pensar em fontes de energia para tal. A princípio, não há conforto pessoal nem residencial sem energia, não há disponibilidade de produtos e bens sem ela. Assim, pode-se afirmar que as diversas formas de energia são a força motriz que visa oferecer conforto e gerar capital ao planeta.

Um marco na história e que acrescentou para o desenvolvimento da tecnológico foi a Revolução industrial. Entre os anos de 1760 a 1860, a Revolução industrial era vista apenas na Inglaterra, onde apareceram as primeiras indústrias de tecidos de algodão, que utilizavam o tear mecânico. Com o passar do tempo o aprimoramento das máquinas a vapor foi essencial para que a Revolução continuasse.

Entre os anos de 1860 a 1900 ocorreu a segunda etapa, além da Inglaterra outros países também se industrializaram. Nesse período utilizou-se na indústria o aço, a energia elétrica e os combustíveis derivados do petróleo.

Além dessas duas etapas alguns historiadores consideram os avanços tecnológicos dos Séculos XX e XXI, como a terceira etapa da Revolução Industrial. Assim, com o crescente aumento das tecnologias, a energia faz-se necessária cada vez mais no cotidiano da sociedade (ALBUQUERQUE, 2018).

A humanidade, sem qualquer controle, vem extraindo da natureza os diversos materiais para gerar energia. Com sua utilização, causa grande mal ao ambiente. Esse é o caso das fontes de energia não renováveis e, teoricamente, tais recursos, são limitados no planeta.

A grande alternativa da atualidade são as fontes de energia renováveis ou inesgotáveis. Elas são a curto ou médio prazo, a resposta positiva no que se refere à geração de energia limpa e estão em difusão no mundo todo. Sem dúvida a geração de energia, por meio dessas fontes, vem crescendo em todo planeta. Outro fator que leva as políticas públicas e a pesquisa mundial a desenvolverem projetos referentes à produção de energia limpa, é a presente necessidade de limpeza da atmosfera.

O Brasil dispõe de grande quantidade de fontes naturais para geração de energia limpa. É um país ensolarado, com abundantes recursos hídricos e eólicos. Assim como o mundo, o Brasil também trabalha em busca de um planeta sustentável.

Algumas das energias renováveis que atualmente existem em maior estudo e desenvolvimento são: Biomassa, matéria de origem vegetal para produzir energia (bagaço de cana-de-açúcar, álcool, madeira, palha de arroz etc.). A energia solar utiliza os raios solares para a geração de energia. Outra fonte são os ventos que fornecem a energia eólica. Ela é gerada pela força do vento captada por aerogeradores.

Há também a energia gerada pelas águas, a hidroeletricidade. Ela é oriunda por meio do armazenamento das águas dos rios, que constituem grandes reservatórios, porém têm como ponto negativo a interrupção pontual do fluxo da água.

Diante do exposto, fica evidente a importância da energia para a vida da humanidade. Assim, torna-se importante uma pesquisa sobre as fontes deste bem tão importante para a vida e para o desenvolvimento de uma sociedade. Desta forma, a problemática e objetivos desta pesquisa são apresentados na sequência.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual o estado da técnica das principais fontes de geração de energia no Brasil?

1.2 OBJETIVOS

Essa pesquisa tem por objetivo analisar o estado da técnica das principais fontes de geração de energia no Brasil.

1.2.1 Objetivo geral

Pesquisar como se encontram as fontes alternativas para geração de energia elétrica por meio de fontes de energias renováveis no Brasil.

1.2.2 Objetivos específicos

OE1. Levantar os tipos de energia existentes, segundo a literatura.

OE2. Identificar quais são as fontes de energias renováveis e não renováveis, no mundo.

OE3. Avaliar as principais fontes de geração de energia no Brasil.

OE4. Apresentar o estudo de caso de uma usina de geração de energia a partir de resíduos sólidos.

1.3 JUSTIFICATIVA

É de grande importância, do ponto de vista acadêmico, estudar temas relacionados à geração de energia elétrica, por meio de fontes renováveis. Segundo uma pesquisa elaborada pela Bloomberg (2015) é possível ver que o crescimento da demanda de energia elétrica mundial até 2040 será liderado pelos países em desenvolvimento, que necessitarão de investimentos na casa de U\$ 12 trilhões. Segundo o estudo, as fontes renováveis responderão por cerca de dois terços do total.

Além do aumento da demanda de energia, os combustíveis fósseis são recursos não renováveis e proporcionam grande impacto ambiental. Com isso, a pesquisa, em função da crescente necessidade de fontes alternativas para geração de energia, afim de suprir o mercado mundial e nacional, está em ascensão no universo acadêmico e científico. Inserido nesse contexto, o estudo vem justificar o presente trabalho.

Cada vez mais o tema sustentabilidade está presente em nosso cotidiano, as energias renováveis tornaram-se muito importantes para geração de energia, destacando-se progressivamente no mercado por se tratarem de energias limpas e renováveis (ROSA *et al.*, 2017).

No que se refere ao potencial brasileiro considerando as fontes de energia renováveis, em relação a outros países, atente-se ao que segue:

O Brasil possui uma vantagem em relação a outros países, pois apresenta um grande potencial na geração de energia por vários meios, incluindo as fontes de energias renováveis e também a busca pela evolução de fontes de energias alternativas (PACHECO, 2006).

De acordo com o MME (2016) as fontes de energias renováveis no Brasil totalizaram 81,7%, enquanto o índice mundial é de pouco mais de 20%.

A fundamental justificativa do trabalho é a necessidade de estudo para buscar caminhos no que se refere às novas fontes de geração de energia. Nas Universidades brasileiras muitas pesquisas são realizadas para contribuir no desenvolvimento sustentável, porém, a presente pesquisa, traz um diferencial por fazer uma abordagem entre a geração de energia de fontes renováveis e não renováveis, bem como o impacto ambiental resultante do processo. É responsabilidade do poder público, das instituições de ensino e da sociedade em geral, buscar alternativas, por meio de estudo e pesquisas, para contribuir na geração de energia limpa, uma vez que o espaço geográfico brasileiro oferece inúmeras fontes energéticas.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema está delimitado a respeito das principais fontes de energias renováveis no Brasil.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho será dividido em cinco partes. A primeira, a introdução, traz o delineamento geral do trabalho, contextualizando o tema, apresentando a problemática, a justificativa para a realização do mesmo, os objetivos da pesquisa e a delimitação do tema. A segunda traz o referencial teórico, e aborda os tópicos relacionados à pesquisa a respeito das: fontes de energia não

renováveis, as fontes de energia renováveis, panorama mundial se tratando de energia renovável e como encontra-se a utilização dessas fontes renováveis, no Brasil. A terceira parte aborda assunto relacionado à metodologia, a qual traz a classificação da pesquisa, a definição da população e a metodologia para a construção do referencial teórico. A quarta parte é o desenvolvimento da pesquisa. Por fim a quinta parte é a conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ENERGIA

Para melhor alavancar a fundamentação teórica do estudo, em relação à energia e sua aplicabilidade, Birnfeld (2014), tece excelentes comentários, do ponto de vista cronológico e de desenvolvimento.

Energia é uma palavra detentora de vários significados, mas aquele que mais se aproxima de uma definição coesa é “recurso imprescindível”, simplesmente porque sem ela não existiria vida em nosso planeta. Energia esteve presente no cotidiano das pessoas desde os tempos primórdios, seja para fazer fogo, o qual surgia do atrito das pedras e madeiras, que era necessário para o preparo de alimentos, também era utilizado na fabricação de ferramentas para trabalho, as quais eram feitas com a fundição de metais. Passados alguns anos foi possível ver o uso da energia empregado nas navegações entre continentes, onde os barcos eram impulsionados pela força dos ventos, assim chegando nos destinos almejados. Já nos tempos modernos, surgiu a máquina a vapor, que foi algo muito comemorado pelo homem, a Revolução Industrial. A criação de locomotiva até teares mecânicos, em seguida navios que utilizavam vapor para o deslocamento. No século XIX o emprego do petróleo e a eletricidade foram os impulsionadores para o desenvolvimento mundial (BIRNFELD,2014).

A Revolução Industrial clássica pode, então, ser dividida em duas fases, sendo a primeira chamada de revolução do carvão e do ferro, e a segunda, da eletricidade e petróleo, e do aço. A partir da revolução industrial clássica, a energia marcou definitivamente sua importância no cotidiano da humanidade.

A energia possui diferentes aplicações: como força motriz de máquinas industriais ou motores de veículos, ou para dar movimento ou vida a aparelhos. Além disso, a energia ilumina vários setores da sociedade; pode-se citar os setores da economia, trabalho, ambiente, relações internacionais, assim como as nossas próprias vidas, moradia, alimentação, saúde, transporte entre outros. Sobreviver sem energia, é a certeza de que não se vive com as facilidades da

vida moderna, pois hoje, ninguém viveria sem televisão, sem geladeira, sem chuveiro com água quente, etc.

Por outro lado, também é importante compreender o que a energia significa, possuir o entendimento a respeito de suas fontes energéticas, suas limitações, também os prejuízos que o mau uso da mesma pode proporcionar ao meio ambiente (BIRNFELD,2014).

A Revolução Industrial teve um peso muito grande para a sociedade atual, especialmente para o aparecimento da tecnologia (revolução tecnológica) que vivenciamos atualmente. Juntamente com os benefícios, veio a busca incessante para gerar cada vez mais lucro, assim, ocorre o risco de esquecer-se do lado sustentável para a geração do mesmo (SILVA, CAVALCANTE, 2011).

As empresas necessitam possuir um pensamento e ações sustentáveis, desenvolver-se e dar continuidade às suas atividades sem provocar danos ambientais e sociais (PENSAMENTO VERDE, 2017).

Com sua aplicação intensa no cotidiano de cidadãos comuns ou organizações, a energia tornou-se indispensável, e seu consumo é cada vez mais crescente. Por isso, um dos assuntos de pesquisa mais importantes da atualidade são as fontes energéticas, que serão descritas a seguir.

2.2 FONTES ENERGÉTICAS

O consumo de energia segundo o DataSebrae representa para 68% das Micro e Pequenas Empresas de 0% a 10% dos custos totais, para 20% das MPE este custo representa de 10% a 20% dos custos totais e para 12% acima de 20%, tornando um recurso bastante caro no processo produtivo. Por sua vez, o crescente consumo de energia em todo o planeta, e considerando que algumas fontes de energia não são renováveis, cresce o interesse tanto da academia quanto das organizações em avaliar quais são as alternativas energéticas.

Para melhor ancorar o que se diz, de um lado a crescente necessidade de energia e de outro o baixo aproveitamento dos recursos naturais renováveis, a formação de fontes fósseis de energia e sua reposição na natureza, pode-se conferir a baixo.

Muita energia é transmitida do Sol para a Terra, porém uma pequena quantidade é aproveitada. Uma parte da radiação solar fornece calor, outra forma os ventos, outra, os potenciais hidráulicos dos rios (pela evaporação e condensação), outra as correntes marinhas. Uma parcela pequena é incorporada nos vegetais por meio da fotossíntese e serve para sustentar toda a cadeia alimentar do planeta. Ao longo dos anos toda matéria orgânica dos seres que pereciam se concentrou no subsolo terrestre, levando à formação das chamadas fontes fósseis de energia: petróleo, carvão mineral, gás natural, xisto betuminoso entre outros, esse processo ocorreu em milhões de anos (GOLDEMBERG, LUCON, 2007).

A reposição das fontes de energia fóssil e nuclear necessitam um determinado tempo, tempo geológico, assim são caracterizadas como não-renováveis. Na contramão, vêm as fontes renováveis de energia que são repostas imediatamente pela natureza, que é o caso dos potenciais hidráulicos, eólicos, solares, geotermiais e a energia das marés e das ondas. Caracterizada como uma energia renovável a biomassa reúne várias subcategorias, que vão desde as mais tradicionais (como lenha e os resíduos animais e vegetais) até as mais modernas (como o etanol para automóveis, bagaço de cana para cogeração energética, biodiesel e gás de aterros sanitários empregado para gerar eletricidade) (GOLDENBERG; LUCON, 2007).

A seguir Goldenberg apresenta as tecnologias convencionais de geração de energia. Em sua afirmação estabelece paralelo com as novas tecnologias comercialmente competitivas.

Certa quantidade de conversão de energias renováveis são tradicionais, para exemplificar: fogão primitivo, o qual era movido por meio de lenha. As fontes modernas podem ser subdivididas em: “convencionais” e “novas”. Convencionais são tecnologias dominadas e comercialmente disseminadas há muitas décadas, como é o caso das usinas hidrelétricas de grande e médio porte. As conhecidas como “novas” são aquelas que estão no processo de competir comercialmente com as fontes tradicionais, renováveis ou não, é o caso dos painéis solares fotovoltaicos, dos aquecedores solares, das pequenas centrais hidrelétricas etc. (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

O Quadro 1 apresenta a classificação das fontes de energias.

Quadro 1 - Classificação das fontes de energia

FONTES		ENERGIA PRIMÁRIA	ENERGIA SECUNDÁRIA	
Não renováveis	Fósseis	Carvão mineral	Termoeletricidade, calor, combustível para transporte	
		Petróleo e derivados		
		Gás natural		
	Nuclear	Materiais físséis	Termoeletricidade, calor	
Renováveis	"Tradicionais"	Biomassa primitiva: lenha de desmatamento	Calor	
	"Convencionais"	Potenciais hidráulicos de médio e grande porte	Hidreletricidade	
		Potenciais hidráulicos de pequeno porte		
	"Novas"	Biomassa "moderna": lenha replantada, culturas energéticas (cana-de-açúcar, óleos vegetais)		Biocombustíveis (etanol, biodiesel), termoeletricidade, calor
		Outros	Energia solar	Calor, eletricidade fotovoltaica
			Geotermal	Calor e eletricidade
			Eólica	Eletricidade
	Maremotriz e das ondas			

Fonte: Adaptado de GOLDEMBERG; LUCON, 2007

Para Hodge (2011, p. 109) todas fontes energéticas impactam o meio ambiente de certa forma, algumas com maior intensidade que as outras. Com os avanços tecnológicos, nas técnicas da utilização da energia, neste último século, resultaram muitos danos ao meio ambiente e à sociedade, como a poluição do solo, do ar e da água e o agravamento de saúde das populações.

A respeito do grande potencial energético brasileiro e a necessidade de boa estruturação para geração de energia e gerar riqueza, Birnfeld (2014), afirma:

De fontes de energias não renováveis, como o petróleo, até as fontes de energias renováveis como as hidrelétricas e biocombustíveis, e a importância da

Floresta Amazônica no clima, a maioria das inovações no Brasil está associada à natureza diversificada de seu território, e das inovações relacionadas a economia de conhecimento da natureza, que o país pode vir a gerar riqueza e ser utilizada na superação das carências sociais que nele ainda existem. O território brasileiro é presenteado com um grande potencial energético, que se estiver bem estruturado, pode propiciar verdadeiras riquezas que poderão contribuir para várias regiões carentes do país e, assim, tornar o Brasil rico de energia (BIRNFELD,2014).

Fundamental para o desenvolvimento de uma nação ou região, a energia elétrica está fortemente relacionada com a qualidade de vida humana. (FOURNIER; PENTEADO, 2008).

Em abordagem histórica e evolutiva, a respeito de fontes convencionais de energia, oriundas do petróleo, do carvão e gás natural observa-se que fontes convencionais de energia que são baseados em petróleo, carvão e gás natural mostraram serem altamente eficazes para alavancar o progresso econômico, mas, simultaneamente geram grandes prejuízos ao meio ambiente e a saúde humana (HERZOG; LIPMAN; KAMMEN,2018).

Com abordagem histórica e relatos da importância da energia, nos diversos campos da atividade humana no planeta, é inegável que ao longo da história da humanidade o uso de energia tem sido essencial e mais presente na vida das pessoas. Com o crescente aumento de novas tecnologias e a manifestação de necessidades, agregado com o constante aumento da população mundial, uma preocupação que é presente atualmente é a incerteza em relação à futura disponibilidade de fontes de geração de energia, principalmente com a crescente utilização de fontes não renováveis (MAUDE; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

Em função do crescente consumo de energia no planeta e a escassez do petróleo, a busca por fontes alternativas é preocupação de todos. Nesse contexto, a afirmação de Pacheco (2006) vem fundamentar, discussões em relação a questões energéticas, tem sido cada vez mais aprofundadas pelo cenário mundial pela escassez do petróleo e pelas alterações no clima que a queima de combustíveis fósseis acarreta. Estudos técnicos, econômicos e de impactos socioeconômicos e ambientais, surgem para pesquisar e desenvolver energia por meio de fontes alternativas ou renováveis, a partir de matéria

orgânica seja de origem animal ou vegetal, a biomassa, a partir da força dos ventos, que é conhecida como energia eólica, por meio dos raios solares, a energia solar, e também por meio de centrais hidrelétricas (PACHECO, 2006).

São graves as consequências causadas ao planeta e à população pelos gases oriundos da utilização de fontes não renováveis.

Assim buscas por novas fontes de energia são feitas não somente afim de diversificar a matriz energética dos países, mas também para desenvolver possibilidades que alcancem uma redução dos impactos, principalmente os relacionados ao meio ambiente que são causados pela geração, distribuição e consumo de energia, tanto em pequena ou grande escala. Com esse cenário, um caminho muito interessante a se seguir é a discussão da viabilidade de implementação de energias renováveis como fontes geradoras de energia elétrica, as quais certamente causam menores impactos (MAUDE; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

A respeito da riqueza ambiental brasileira, no que diz respeito às fontes renováveis, Pacheco afirma que o Brasil é um país com grande potencial para desenvolver fontes alternativas de energias renováveis e possui diferencial em relação a outros países. Detentor de uma imensa biodiversidade permite a geração de energia por vários meios, incluindo as fontes de energia renováveis (PACHECO, 2006).

Para entender a respeito das fontes de energia, primeiramente se faz necessário conceituar os termos ligados ao tema de pesquisa, é o que será feito na sequência.

A seguir, serão descritas as fontes não renováveis e fontes renováveis de energia.

2.3 FONTES NÃO RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO MUNDO

As fontes de energia não renováveis são aquelas que estão presentes de forma limitada na natureza, ou seja, são esgotáveis. São de origem orgânica, e levam milhões de anos para serem constituídas na natureza.

2.3.1 Carvão Mineral

Um dos primeiros combustíveis energéticos utilizados pelo homem foi o carvão mineral, fato que movimentou a Revolução Industrial. Encontrado com abundância na natureza, mantém-se com o preço estável, em relação ao petróleo, no decorrer do tempo. Segundo a International Energy Agency, em 2008, o carvão era responsável 41% da produção mundial de energia. Apesar desse cenário, causa grandes danos ao ambiente, desde a sua extração até a queima. O Brasil é o maior produtor mundial de carvão vegetal, porém o carvão mineral é o mais utilizado no mundo. Ele é classificado conforme a sua composição em carbono.

Ao ser extraído do solo é fragmentado, posteriormente transformado em pó, torna-se mais eficiente durante a queima. O calor produzido aquece a água circulante nas tubulações da fornalha da usina, gera vapor, o qual, ao movimentar as turbinas produz energia elétrica. No que se refere aos danos ambientais, já na extração, provoca poluição sonora, produz poeira e erosão do solo. Prejudica, dessa forma, a população local, a fauna, a flora e a água. Na combustão, o processo é mais grave ainda, emite mais de 30% de CO₂ na atmosfera. Existe grande esforço para aperfeiçoar diversas técnicas, com objetivo de reduzir os referidos impactos ambientais causados pelo carvão (ANEEL,2008).

2.3.2 Gás Natural

O gás natural era pouco apreciado no mundo para ser utilizado na matriz energética. No século XIX, nos Estados Unidos, era considerado maléfico ao ser encontrado junto com o petróleo, pois exigia uma série de procedimentos de segurança que encareciam e complicavam as atividades de prospecção. No século XX, a partir dos anos 80, o consumo aumentou e o gás natural transformou-se na fonte de energia de origem fóssil a registrar maior crescimento no mundo. Gás natural é um hidrocarboneto que resulta da decomposição da matéria orgânica durante milhões de anos. Pode-se encontrar no subsolo, em rochas porosas isoladas do meio ambiente por uma camada impermeável.

Em suas primeiras etapas de decomposição, esta matéria orgânica de origem animal produz o petróleo. Em seus últimos estágios de degradação, o gás natural. Com isso, o gás natural pode ser encontrado tanto associado ao petróleo quanto em campos isolados (gás natural não associado) (ANEEL,2008).

Constituído por moléculas de hidrogênio e carbono o gás natural, difere de outros derivados do petróleo, com referência à combustão. Ele é considerado energia limpa, com menos danos ao ambiente. No tocante aos gases que produzem o efeito estufa, dióxido de carbono, dióxido de enxofre e óxidos de azoto, os mesmos são emitidos pela combustão dos demais derivados do petróleo. O gás natural, por sua vez, emite apenas o dióxido de carbono e em baixo nível óxidos de azoto (AGENEAL, 2018).

Do ponto de vista da química é definido como gás inodoro e incolor, não é tóxico e é mais leve que o ar. O gás natural é amplamente utilizado em usinas termoelétricas, por ser uma fonte vantajosa e por causar menor impacto ambiental. Grande número de indústrias e residências, em suas cozinhas, fazem uso do gás natural como fonte de energia. Muitos veículos, no Brasil, estão sendo adaptados para serem movidos com esse combustível. Seu transporte tem custo mais baixo e menos impactante ao ambiente, pois, os gasodutos têm mediana instalação e manutenção. Assim, comparado com outras fontes de energia, o gás natural, torna-se vantajoso, sob esse ponto de vista também (PENA,2018).

2.3.3 Petróleo e Derivados

O acúmulo de animais mortos e vegetais, no fundo dos mares e oceanos, cobertos por sedimentos, ao longo dos milhares de anos, vai se transformando em rochas sedimentares. Nesses locais, somente existe a ação de bactérias anaeróbicas, que possibilitam diversas reações químicas. Por meio dessas bactérias forma-se um líquido que se aloja no interior dessas rochas, chamado petróleo. Também, no decorrer de milhares de anos e fundamental para a formação desse líquido é a ação da pressão e da temperatura dos mares e oceanos. Na sua composição química é um Hidrocarboneto.

Esse líquido, extraído das profundidades oceânicas, é, nos dias atuais, a principal fonte de energia no mundo. Inúmeros conflitos entre países são

motivados pela posse ou direito de exploração de jazidas petrolíferas. Nações alavancam suas economias na extração e comercialização do petróleo. Seus derivados fornecem combustíveis para locomoção dos meios de transporte. Os resíduos também são aproveitados na indústria (PENA,2018).

Os derivados de petróleo são utilizados, nas usinas térmicas, para geração de energia elétrica. Inicialmente, o material é posto em combustão, nas caldeiras; a água de outras caldeiras é aquecida e tem sua pressão aumentada com o calor resultante. Essa água, transformada em vapor, movimenta as turbinas, aciona o gerador e converte energia mecânica em energia elétrica. A eficiência das turbinas depende da temperatura do vapor. Pela condensação o vapor retorna ao estado líquido, é bombeado às caldeiras e o ciclo se repete. As usinas térmicas são responsáveis por alto índice de poluição. No momento que os derivados de petróleo entram em combustão, emitem gases poluentes. Quanto mais denso o combustível utilizado, mais alto o nível poluente. Geralmente, na produção de energia elétrica são utilizados óleo combustível, diesel e óleo ultra viscoso, porém, são considerados altamente poluentes ao meio ambiente.

Atualmente, novas pesquisas com avançadas tecnologias buscam tornar mais eficientes esses combustíveis e reduzir o dano que sua combustão causa ao ambiente. Quanto aos diferentes produtos obtidos a partir do petróleo bruto, isso vai depender de sua qualidade. A gasolina, o gás liquefeito de petróleo (GLP) e naftas são obtidos a partir do petróleo de qualidade “leve”, com alto valor de mercado, encontrado em grande quantidade no Oriente Médio. O petróleo, chamado “médio” origina o óleo diesel e querosene. Os óleos combustíveis e asfaltos são oriundos do petróleo considerado “pesado” (ANEEL,2005).

Com base nos dados da BP, em 2013 o Oriente Médio tinha as maiores reservas de petróleo no mundo, seguido pelo Continente americano. Em escala de países, a Arábia Saudita é responsável por 13,1% da produção diária mundial, seguida pela Federação Russa 12,9% e Estados Unidos 10,8%. O maior consumidor mundial de petróleo é Estados Unidos com 19,9% do consumo diário mundial, seguido pela China 12,1% e Japão 5%.

Embora o petróleo ofereça ao planeta grande possibilidade de desenvolvimento, sob o ponto de vista energético, é muito criticado com referência à contaminação do ambiente. Sua queima emite gases altamente

poluentes na atmosfera. Por essa razão, busca-se em muitos países, alternativas genéricas e menos poluentes, a fim de limpar o ar que se respira. Porém, não é possível afirmar ainda, que, em breve, a humanidade estará livre da “era do petróleo”, uma vez que agrega-se em torno dele uma vasta disputa de poder político e econômico (PENA, 2018).

2.3.4 Materiais Físseis

O urânio é um metal encontrado nas rochas da crosta terrestre. Para chegar ao ponto de servir como combustível em usinas, é necessário que o minério seja purificado e concentrado, passando assim por várias etapas nesse processo. A capacidade de propagação de energia entre dois pontos é sua fundamental característica. A divisão do núcleo do átomo de urânio, chama-se fissão nuclear. Nesse momento, acontece grande liberação de energia. Se isso ocorrer de forma lenta, a energia liberada é o calor; se ocorrer rapidamente, a energia liberada é luz. Nas usinas, o calor é utilizado para superaquecer os reatores. Na sequência, ocorre um processo em circuitos, chamados primário e secundário, até chegar à geração de eletricidade. Não há comunicação entre os dois circuitos, para evitar a contaminação com radiação. Os resíduos produzidos na geração de energia, ainda não têm uma destinação definitiva e segura. Por emitir baixa quantidade de gás carbônico, é considerada uma fonte limpa em relação aos combustíveis fósseis. Há grandes reservas no planeta, o que garante energia a médio e longo prazo. Os acidentes como o de Chernobyl e Fukushima são o lado negativo de sua utilização, bem como o alto custo de manutenção de normas de segurança (WEC, 2018).

As usinas nucleares são muito mais complexas que as usinas movidas a combustíveis fósseis. Os acidentes que ocorrem com elas trazem muitas consequências. Os custos operacionais de uma usina nuclear são bastante baixos, porém o custo para construir uma nova unidade é muito maior do que o custo de novas tecnologias de geração de eletricidade em usinas com queima de combustíveis fósseis. O descarte de material, altamente radioativo, é a maior preocupação, pois representa grande risco para a segurança pública e saúde humana.

Não há um consenso a respeito do armazenamento de combustível usado. As próprias usinas utilizam o método de recipientes blindados. Em alguns países ocorre a reciclagem do combustível. Removem-se os produtos da fissão, separam-se o urânio e o plutônio para reutilizá-los no reator, reduzindo assim a quantidade de resíduos. Por outro lado, esse processo, causa grande preocupação pela quantidade de plutônio gerada, por se tratar de ingrediente essencial em armas nucleares e, portanto, deve ser guardado em segurança para não ser roubado ou desviado (IAC, 2007).

2.4 FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA, ABORDAGEM MUNDIAL

Diferente das fontes não renováveis de energia, as fontes renováveis são recursos naturais que são geradas naturalmente e continuamente reabastecidos pela natureza.

2.4.1 Biomassa

No contexto da matriz energética, a biomassa, se insere nas energias renováveis e vem tendo um papel importante e de destaque com a incorporação de novas possibilidades, exploração e usabilidade. A biomassa moderna compreende os biocombustíveis (etanol e biodiesel), e derivados do bagaço de cana de açúcar, da madeira de reflorestamento e de outras fontes, desde que sejam aproveitadas de maneira sustentável e com métodos tecnológicos avançados e eficientes. As biomassas primitivas são aquelas que são utilizadas de maneira rudimentar, usada na maioria dos casos para suprir a classe residencial (aquecimento do ambiente e para feitiço da alimentação) em comunidades isoladas (VICHI; MANSOR, 2009)

A biomassa é caracterizada como qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia térmica, mecânica ou elétrica, ANEEL (2008) tem sido como fonte de energia desde os primórdios da civilização humana, simples e abundante na natureza, a biomassa da madeira ajudou o homem a dar grandes saltos na evolução. Utilizando a madeira em forma de lenha o homem foi capaz de produzir fogo, ou seja, luz e calor, sendo possível a transformação de

materiais, e foi a fonte de energia que por milhares de anos permitiu o homem a evoluir suas tecnologias. Posteriormente, metais foram descobertos e a manifestação de novas técnicas de combustão da lenha possibilitaram o feitiço de ferramentas e a fabricação de armas, que contribuíram para facilitar a vida humana.

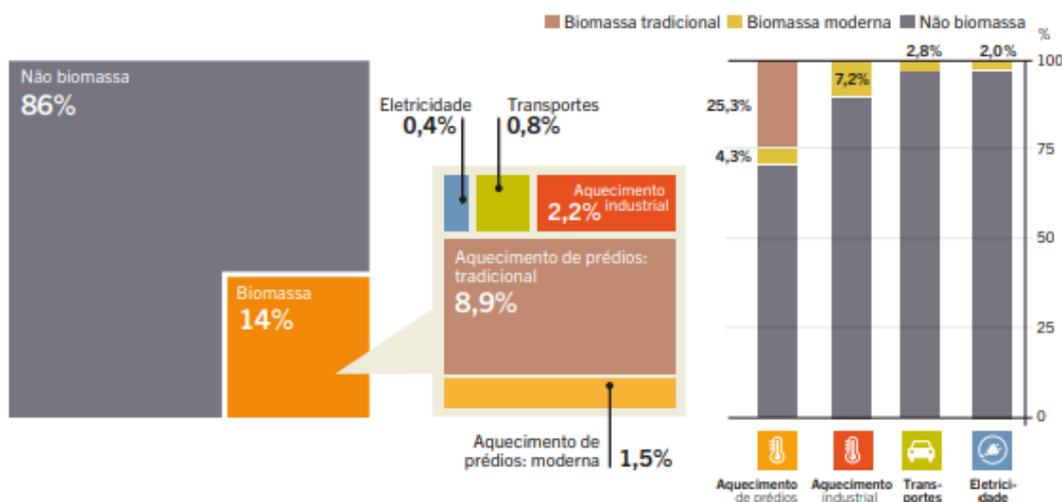
Em meados do século XVIII, começou na Inglaterra a Revolução Industrial, que, futuramente, durante o século XIX foi difundida no restante do mundo. Por meio desses acontecimentos foi possível a realização de acontecimentos com um conjunto de inovações tecnológicas com um grande impacto na maneira de produzir e processar materiais. O principal fator para que esses acontecimentos pudessem ocorrer foi conseguir gerar grande quantidade de energia a partir de alguns materiais. Um desses materiais era o carvão vegetal, que é obtido a partir da madeira no processo chamado de pirolise ou carbonização, que é o mais antigo e simples processo de conversão de um material energético sólido (lenha) em outro de maior conteúdo energético (carvão). Esse processo é feito através do aquecimento da lenha em fornos até aproximadamente 500° C na ausência total ou parcial do ar, resultando o carvão vegetal, cuja densidade energética é duas vezes maior que a do material original utilizado no processo. Por meio do carvão vegetal foi possível uma maior geração de energia que seria utilizada no aquecimento da água, transformando-a em vapor e este sendo utilizado nas máquinas e motores a vapor que foram desenvolvidos durante o século XVIII (FREITAS, 2016).

A biomassa é usada desde os tempos antigos como fonte de energia (lenha), no entanto, sem um pensamento de produção sustentável. Por esse motivo o termo biomassa, durante muito tempo, foi associado à ideia de desmatamento. Somente no século XX teve início a utilização da biomassa moderna, com programa do álcool no Brasil e a prática do reflorestamento para produção de madeira. É possível observar que a biomassa é uma importante fonte de energia para estes países e que o modo como esse combustível é usado pode ser melhorado, com a utilização de novas tecnologias mais eficientes promovendo melhorias socioambientais, tais como a redução dos níveis de poluição, aumento da qualidade de vida, geração de emprego e renda (GUARDABASSI, 2006).

As vantagens do uso da biomassa na produção de energia, são o baixo custo, o fato de ser renovável, permitir o reaproveitamento de resíduos e ser bem menos poluente que outras fontes de energia como o petróleo ou o carvão. Embora, a utilização de biomassa como fonte de energia traga inúmeras vantagens, é essencial ressaltar que se deve ter um amplo controle sobre as áreas desmatadas. Um exemplo desse fato foi a expansão da indústria de álcool no Brasil, época que várias florestas foram desmatadas para dar lugar a plantações de cana-de-açúcar. Assim, a preocupação ambiental, deve ser a prioridade na utilização da biomassa (BIOMASSA BR, 2018).

Segundo o Relatório da Situação Mundial - Energias Renováveis 2016 a produção de bioenergia continuou a aumentar nos últimos anos, ajudando na demanda crescente de energia em alguns países e a colaborar para objetivos ambientais. Houve um avanço contínuo na comercialização e desenvolvimento de biocombustíveis. O Gráfico 1 mostra a participação da biomassa na matriz energética:

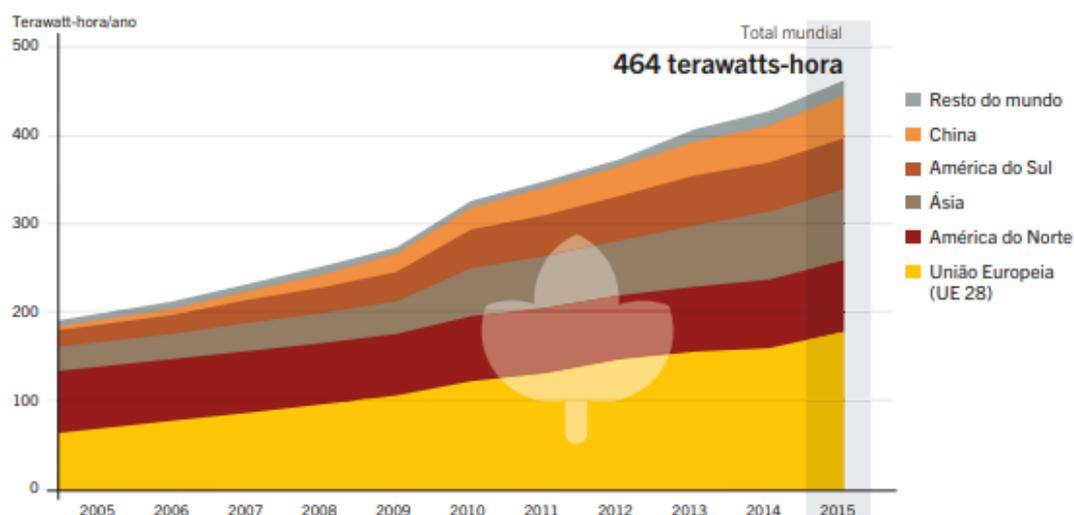
Gráfico 1 - Participação de biomassa no consumo total final de energia e no consumo final de energia por setor de uso final.



Fonte: Relatório da Situação Mundial, 2016.

O Gráfico 2 mostra o crescente aumento da participação da biomassa por região/país ao longo dos anos.

Gráfico 2 - Geração mundial de energia de biomassa, por país/região, 2005-2015



Fonte: Relatório da Situação Mundial, 2016.

2.4.2 Usina Hidrelétrica

A água é o recurso natural mais abundante na Terra, possui um volume estimado de 1,36 bilhão de quilômetros cúbicos (km³) recobre 2/3 da superfície do planeta, sob forma de oceanos, calotas polares, rios e lagos. Também pode ser encontrada em aquíferos subterrâneos. Renova-se pelos efeitos da energia solar e da força da gravidade em nuvens, que retornam à superfície terrestre sob forma de chuva (ANEEL, 2008).

A primeira hidrelétrica do mundo foi construída no final do século XIX, período que o carvão era o principal combustível e as pesquisas a respeito do petróleo ainda engatinhavam, construída junto às quedas d'água das Cataratas do Niágara (ANEEL, 2008).

Furnas define usina hidrelétrica como sendo um conjunto de obras e equipamentos que tem por finalidade a geração de energia elétrica, por meio do aproveitamento do potencial hidráulico existente em um rio. O potencial hidráulico é proporcionado pela vazão hidráulica e pela concentração dos desníveis existentes, ao longo do curso do rio.

Basicamente, uma usina hidrelétrica compõe-se das seguintes etapas:

- Barragem;
- Sistemas de captação e adução de água;

- Casa de força;
- Sistema de restituição de água ao leito do rio.

A água captada no lago formado pela barragem é conduzida até a casa de força por canais, túneis ou condutos metálicos. Após passar pela turbina hidráulica, a água é restituída ao leito natural do rio, pelo canal de fuga.

Assim sendo, a potência hidráulica é transformada em potência mecânica, quando a água passa pela turbina, fazendo com que a mesma gire. No gerador que está acoplado à turbina, a potência mecânica é transformada em potência elétrica.

A energia gerada é levada por meio de cabos ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde sua tensão é corrigida e por meio de linhas de transmissão ela chega até os centros de consumo. Por intermédio de transformadores abaixadores, a energia tem sua tensão levada a níveis adequados para utilização pelos consumidores (FURNAS, 2018).

A energia potencial da água está relacionada à altura de queda da usina, ou seja, a diferença entre o nível do reservatório e o nível do rio a jusante, podendo sofrer variações conforme as vazões afluentes e defluente. Dois fatores são primordiais para a produção de energia elétrica, altura de queda e vazão turbinada (COLNAGO, 2011).

As cinco maiores hidrelétricas do mundo, conforme Pena, 2018, são:

Tabela 1: Cinco maiores hidrelétricas do mundo

Numeral	Nome da usina	País	Capacidade (MW)	Descrição
1ª	Usina de três Gargantas	China	18200	A usina de Três Gargantas, localizada no Rio Yang Tsé, além de ser a maior hidrelétrica do mundo, exerce outras duas importantes funções: ajuda no controle de enchentes causadas pela dinâmica fluvial da região, e colabora para a facilitação do transporte hidroviário ao longo do rio Yang Tsé. O início de suas obras ocorreu em 1993 e sua conclusão aconteceu em 2012, com um custo estimado em US\$ 25 bilhões.
2ª	Usina de Itaipu	Brasil	14000	Até 2012, Itaipu era a maior usina hidrelétrica do mundo. Algo marcante dessa usina é o fato dela ser binacional, sendo utilizada por Paraguai e Brasil, uma vez que se encontra na divisa entre esses dois países, no Rio Paraná. Suas obras foram iniciadas em 1975 e concluídas em 1982, sua construção contou com uma cooperação mútua entre os dois países.
3ª	Belo Monte	Brasil	11233	A Usina de Belo Monte é a única da lista que se encontra em fase de construção. Com o término da construção, se tornará a maior usina hidrelétrica totalmente brasileira e a segunda maior da América Latina. Custo estimado da construção R\$ 26 bilhões de reais.
4ª	Guri	Venezuela	10200	A Usina Hidrelétrica de Guri, também denominada por Central Hidrelétrica Simón Bolívar, está localizada no Rio Caroni e foi concluída em 1986. Guri garante o abastecimento de toda Venezuela e ainda exporta parte de sua energia para o Brasil, mais especificamente ao Estado de Roraima.
5ª	Tucuruí I e II	Brasil	8730	Localizada ao longo do Rio Tocantins, na cidade de Tucuruí, ao sul de Belém do Pará. Sua construção foi efetuada entre os anos de 1974 e 1984.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2018.

De modo geral as hidrelétricas apresentam baixa emissão de gases de efeito estufa. É uma fonte renovável em razão de usar água como combustível. Em uma usina hidrelétrica, a geração de energia não implica no consumo de água. Assim, o recurso hídrico fica livre e pode ser utilizado após a geração, por

esse motivo, pode ser considerada uma fonte economicamente competitiva, com baixo custo de operação. Outro benefício da hidroeletricidade é a flexibilidade operativa (SILVA; SHAYANI; OLIVEIRA, 2017).

Por outro lado, as hidrelétricas apresentam desvantagens tanto na fase de construção como na de operação. Durante a construção, os solos ficam expostos com a retirada da vegetação nativa, o que intensifica os processos erosivos. A implantação de barragens e construção de reservatórios de água levam à interrupção do curso da água e mudam o regime hídrico. Impactos socioeconômicos ocorrem desde a fase de planejamento. Ocasionalmente ocasionam expectativas na população e interferem em locais de patrimônio cultural e social. Os povos indígenas e tradicionais são mais sensíveis aos impactos decorrentes da construção de uma usina (EPE, 2016).

Além disso, cada rio tem características únicas, espécies da fauna e flora próprias, vazões e ciclos particulares. Cada rio tem diferentes populações morando em sua volta, com realidades econômicas e sociais variadas. Por esses motivos os efeitos variam de acordo com cada rio e cada vez mais é importante que se faça a avaliação integrada do rio e da bacia, para que se tenha noção dos efeitos cumulativos de várias hidrelétricas. O mais importante é planejar a quantidade e o modelo de hidrelétricas em cada rio, considerar a conservação ambiental e a manutenção da qualidade de vida da população (CAUS, MICHELS, 2018).

A seguir o Gráfico 3 ilustra a capacidade mundial (1.064GW) de energia hidrelétrica, participação dos seis principais países e o resto do mundo 2015.

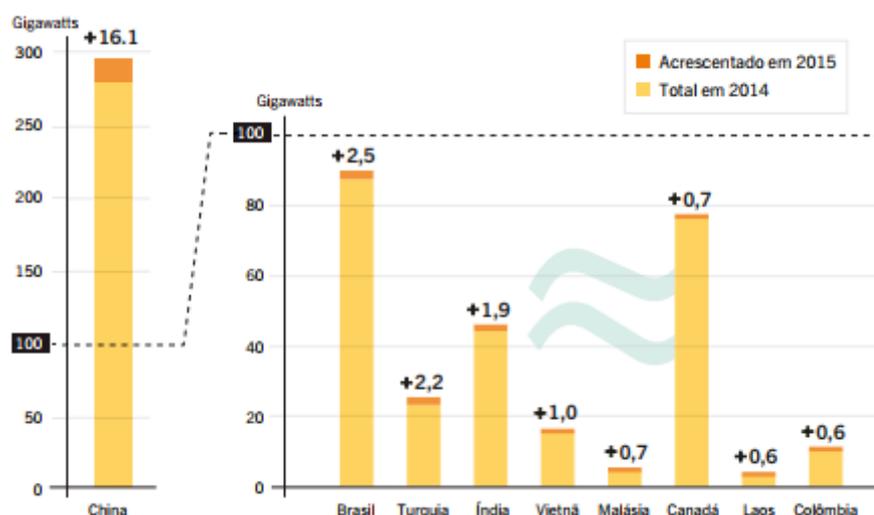
Gráfico 3 - Participação dos seis primeiros países na capacidade mundial de energia hidrelétrica



Fonte: Relatório da Situação Mundial, 2016.

Outros dados recentes são a capacidade e adições de energia hidrelétrica, seis principais países para capacidade adicionada, 2015, ilustrado a seguir:

Gráfico 4 – Capacidade e adições de energia hidrelétrica



Fonte: Relatório da Situação Mundial, 2016.

2.4.3 Energia Eólica

Há vários séculos a força mecânica dos ventos vem sendo utilizada pelo homem, impulsionando velas acopladas, embarcações, moinhos de grãos e aparatos de bombeamento de água. O trabalho escravo e o de animais foi sendo complementado ou substituído pela energia do vento. Alguns autores alegam ter descoberto os restos de um moinho de vento no Egito, próximo a Alexandria, com uma suposta idade de 3000 anos. Não há, entretanto, prova expressiva de que os egípcios, fenícios gregos ou romanos conhecessem, na verdade os moinhos de vento. Aponta-se também, a máquina pneumática e um aparato acionado pelo vento, por Heron de Alexandria, há cerca de 2000 anos, como as primeiras referências. Outras fontes mais confiáveis, falam que os moinhos de vento surgiram na Pérsia por volta de 200 a.C. (antes de Cristo) (MME, 2016).

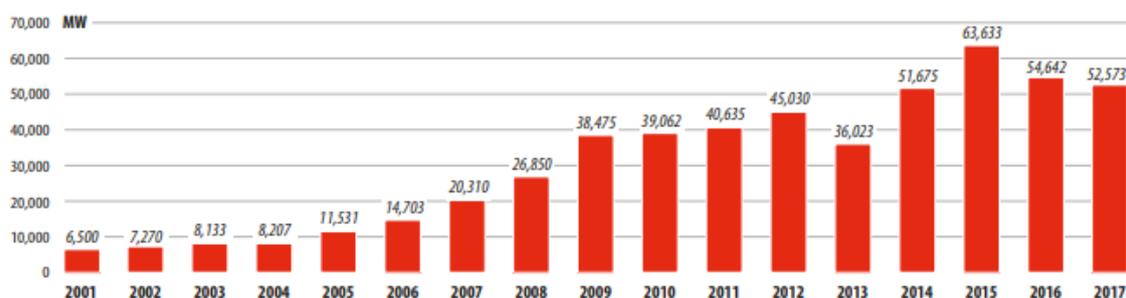
Ainda de acordo com o MME (2016), na Idade Média (séculos V a XV), e no começo da Idade Contemporânea, a energia eólica foi utilizada pelos holandeses para drenar regiões alagadas, bem como pelos navegadores. Ainda, nos dias atuais, é utilizado para bombeamento de água, além de utilização para movimentar embarcações. O primeiro moinho de vento utilizado para produzir

energia elétrica foi construído na Escócia, em 1887, pelo professor James Blyth, numa torre de 10 metros de altura, instalada no jardim de sua casa. Anos depois, no centro-oeste americano, até 1900, um grande número de pequenos moinhos de vento, estavam instalados em fazendas para operar bombas de irrigação. Empresas como a Star, Eclipse e Fairbanks-Morse tornaram-se famosas fornecedoras de aeromotores para a América do Norte e do Sul.

Segundo a ANEEL, denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cataventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento de água. A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica foi instalada em 1976, na Dinamarca.

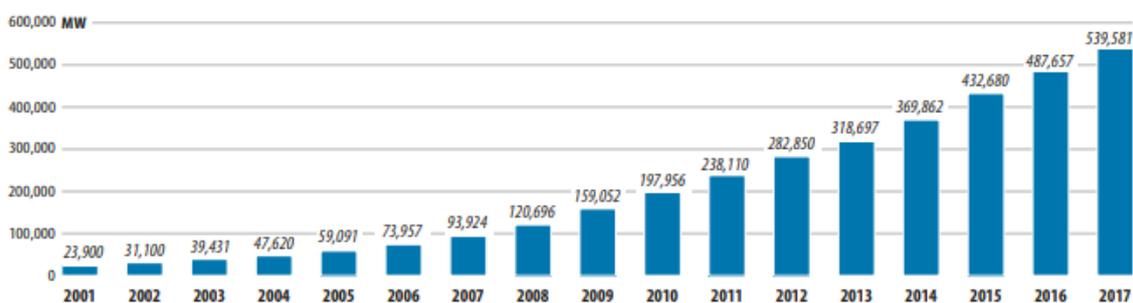
O conselho Global de Energia eólica (*The Global Wind Energy Council - GWEC*) divulgou em 2018, o relatório “*Global Wind Statistics 2017*”, o qual traz informações referentes a capacidade instalada anual global e a capacidade global acumulada de energia eólica entre 2001 e 2017.

Gráfico 5 - Capacidade instalada anual global



Fonte: GWEC, 2018.

É possível notar que a capacidade instalada global continua elevada e acima de 50 gigawatts(GW), mas caiu de 63,6GW em 2015, para 54,6GW em 2016 e 52,5GW em 2017.

Gráfico 6 - Capacidade global acumulada

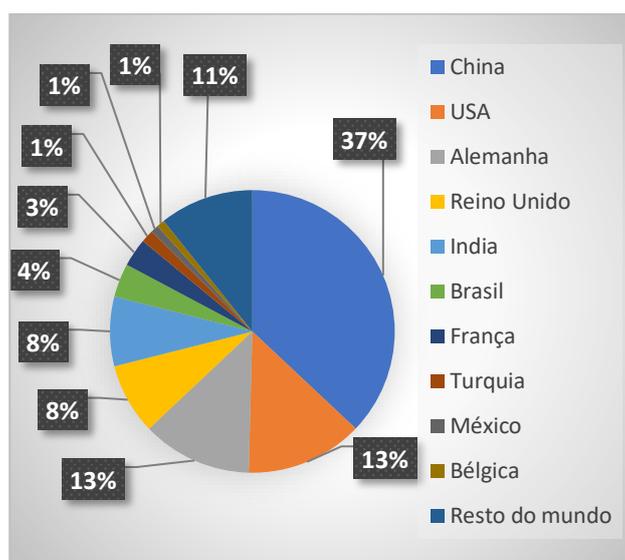
Fonte: GWEC, 2018

A capacidade global acumulada de produção de energia eólica continua aumentando, passou de 23GW em 2001, para 198GW em 2010 e 539GW em 2017. Após 17 anos, a capacidade global instalada teve um crescimento de 22,6 vezes (ALVES,2017).

O relatório da GWEC julga que o preço da energia eólica está ficando cada vez mais competitivo e já está mais barato em relação ao preço da energia fóssil.

O Gráfico 7, mostra que a nação líder na instalação anual de capacidade acumulada é a China, que acrescentou 19.5GW de energia eólica em 2017, seguido por Estados Unidos que acrescentou 7GW, Alemanha que acrescentou 6.6GW, e em quarto lugar a Grã-Bretanha.

Gráfico 7 - Novas capacidades instaladas, 2017

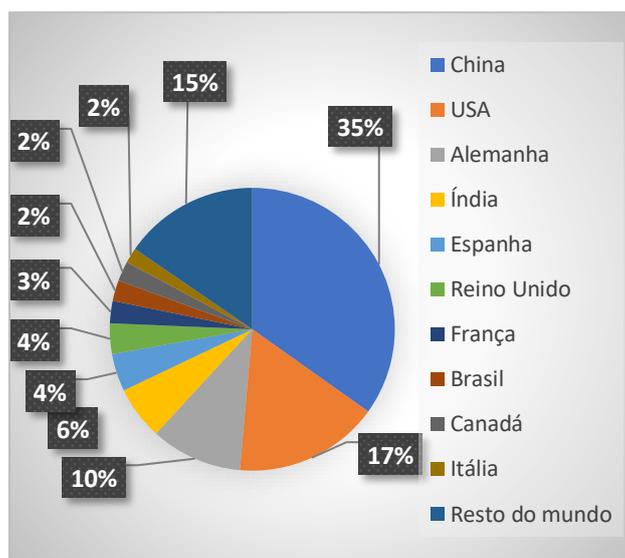


País	MW	% Compartilhamento
China	19.500	37
USA	7.017	13
Alemanha	6.581	13
Reino Unido	4.270	8
Índia	4.184	8
Brasil	2.022	4
França	1.694	3
Turquia	766	1
México	478	1
Bélgica	467	1
Resto do mundo	5.630	11
Total TOP 10	46.943	89
Total do mundo	52.573	100

Fonte: Adaptado de GWEC, 2018

O Gráfico 8, mostra a capacidade acumulada dos países que mais geram energia eólica:

Gráfico 8 - Capacidade acumulada, 2017



País	MW	% Compartilhamento
China	188.232	35
USA	89.077	17
Alemanha	56.132	10
Índia	32.848	6
Espanha	23.170	4
Reino Unido	18.872	3
França	13.759	3
Brasil	12.763	2
Canadá	12.239	2
Itália	9.479	2
Resto do mundo	83.008	15
Total TOP 10	456.572	85
Total do mundo	539.581	100

Fonte: Adaptado de GWEC, 2018

As principais vantagens da energia eólica para a sociedade, de modo geral são: é inesgotável, não emite gases poluentes nem gera resíduos e diminui a emissão de gases de efeito estufa. As vantagens para as comunidades onde se inserem os parques eólicos são: os parques eólicos são compatíveis com outros usos e utilizações do terreno como a agricultura e a criação de gado, criação de emprego e geração de investimentos em zonas desfavorecidas. Para o estado, as vantagens é que ela reduz a elevada dependência energética do exterior, nomeadamente a dependência em combustíveis fósseis e a poupança,

devido à menor aquisição de direitos de emissão de CO₂, por cumprir o protocolo de Quioto (PORTAL ENERGIA, 2018).

As principais desvantagens da energia eólica são: a intermitência, ou seja, nem sempre o vento sopra quando a eletricidade é necessária. Por essa razão, torna difícil a integração da sua produção no programa de exploração. Provoca um impacto visual considerável, principalmente para os moradores em redor, modifica a paisagem natural. Também impacta o reino animal, as aves sofrem, principalmente pelo choque causado nas pás das torres geradoras. E ainda, o impacto sonoro, o som do vento bate nas pás produzindo um ruído constante (PORTAL ENERGIA, 2015).

2.4.4 Energia Solar

A energia solar chega à Terra nas formas térmica e luminosa. Segundo o estudo do Plano Nacional de Energia 2030, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética, sua irradiação, por ano, na superfície da Terra, é suficiente para satisfazer milhares de vezes o consumo anual de energia do mundo. Essa radiação, porém, não chega na crosta terrestre de uma maneira uniforme. Fatores como latitude, estações do ano, condições atmosféricas, como nebulosidade e umidade relativa do ar interferem nesse processo. Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar manifesta-se sob a forma de luz visível, de raios infravermelhos e de raios ultravioleta. É possível aproveitar essa luz e transformá-la em alguma forma de energia que pode ser usada pelo homem, térmica ou elétrica. São os tipos de equipamentos utilizados nessa captação que determinam qual será o tipo de energia a ser obtida (ATLAS,2005).

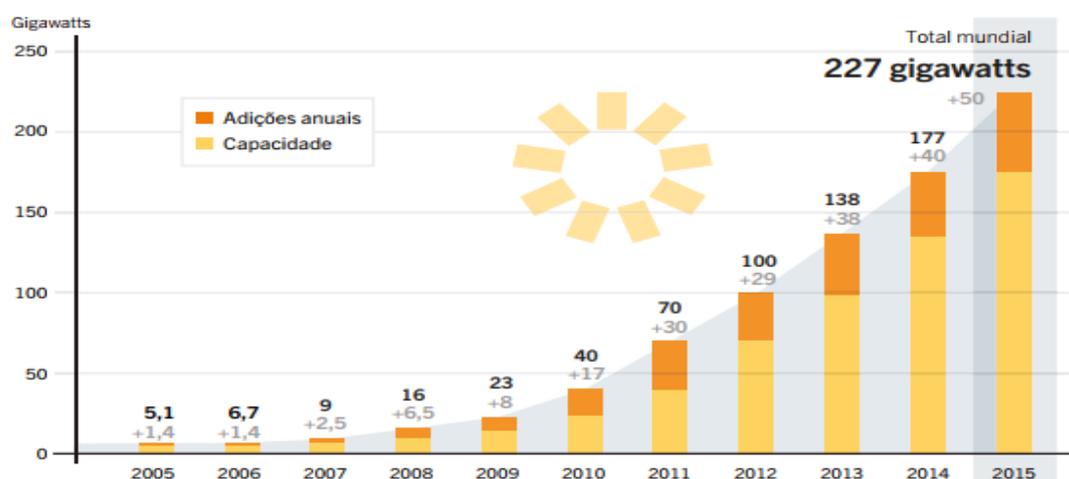
Se for utilizada uma superfície escura para a captação, a energia solar será transformada em calor. Se utilizadas células fotovoltaicas (painéis fotovoltaicos), o resultado será a eletricidade. Os equipamentos utilizados para obter calor são chamados de coletores e concentradores, pois, além de coletar, é necessário concentrar a radiação em um só ponto. Esse é o princípio de muitos aquecedores solares de água. Para produzir energia elétrica existem dois sistemas: heliotérmico e o fotovoltaico. No heliotérmico, a irradiação solar é convertida em calor, que é utilizado em usinas termelétricas para produzir

eletricidade. Quatro etapas são necessárias nesse processo: coleta da irradiação, conversão em calor, transporte e armazenamento, por fim, conversão em eletricidade (ATLAS, 2008).

Para o sistema fotovoltaico ocorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar. Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são conhecidos como células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício. A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica (ANEEL, 2018).

Dados mostram o aumento da utilização da irradiação solar para produção de energia elétrica, o Gráfico 9 ilustra esse fato:

Gráfico 9 - Capacidade mundial e adições anuais de energia solar fotovoltaica, 2005-2015



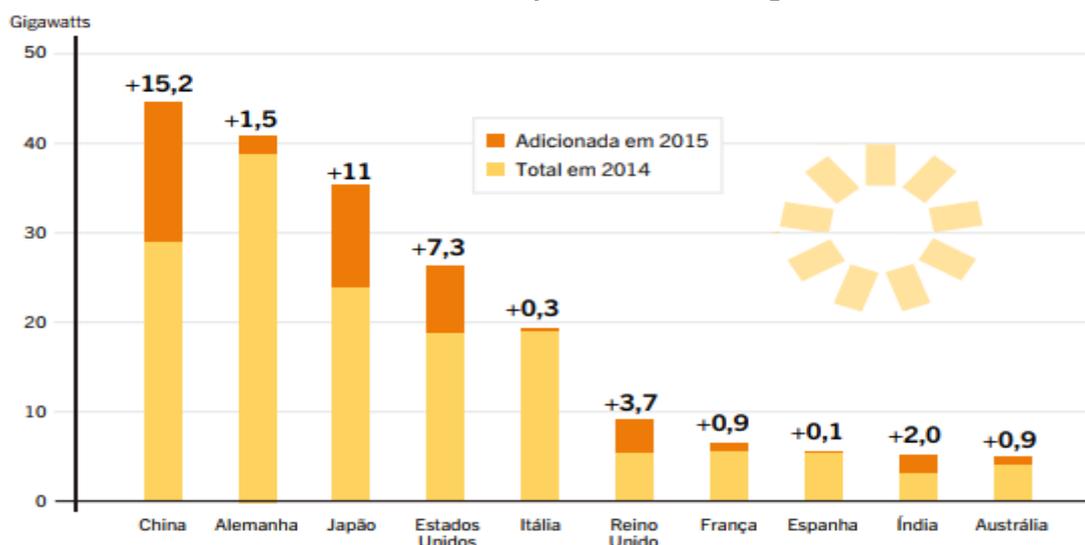
Fonte: Relatório da Situação Mundial, 2016.

O uso de energia solar no mundo já se consolidou como fonte importante de geração de eletricidade. A instalação em residências e comércios, por meio da microgeração distribuída, tem se mostrado um investimento cada vez mais acessível (PINTO JR, 2017).

De acordo com o Renewable Energy Statistics 2017 mais da metade dos investimentos públicos em energias renováveis foram gastos em tecnologias fotovoltaicas.

O Gráfico a seguir mostra os países com maior capacidade e adições de energia solar fotovoltaica até 2015:

Gráfico 10 – Países com maiores capacidades de energia solar fotovoltaica



Fonte: Relatório da Situação Mundial, 2016

China lidera o ranking de países com maior capacidade, seguida por Alemanha e Japão, entre outros.

Por se tratar de uma fonte de geração de baixo impacto ambiental, pois não emite Gases de efeito estufa (GEEs) durante sua operação, a energia solar de modo geral não enfrenta oposição à sua adoção, pelo contrário, tem seu uso incentivado pela sociedade. A grande restrição fica por conta do preço final da energia, um reflexo do custo dos equipamentos e da disponibilidade de financiamento. É possível ver que os preços dos painéis fotovoltaicos vêm caindo nos últimos anos no mundo, com uma redução de 10%, em média, ao ano, na última década (EPE, 2012).

2.4.5 Energia Geotérmica

A energia geotérmica é obtida pelo calor que existe no interior da Terra. Os principais recursos são os gêiseres (fontes de vapor no interior da Terra que apresentam erupções periódicas) e, em lugares onde não estão presentes, o calor existente no interior das rochas para o aquecimento da água. Com a água aquecida é produzido o vapor utilizado em usina termelétricas, outra possibilidade é a utilização do vapor quente seco, para movimentar as turbinas. Essa última tecnologia é pouco aplicada, mas pode ser encontrada na Itália e no México.

De acordo com a Associação da Energia Geotérmica (GEA), existem mais de 200GW de potencial hidrotérmico convencional disponível, a nível mundial, com base no conhecimento e na tecnologia atual.

Os países que têm maiores capacidades operativas são: Estados Unidos com mais de 3,5GW, seguidos por Filipinas 1,9GW, Indonésia 1,4GW e México com um pouco mais de 1GW (PORTAL ENERGIA, 2017).

2.4.5 Energia Maremotriz

A energia gerada a partir dessa fonte, vem dos oceanos, de onde é aproveitado o movimento das águas. É possível obter essa energia por meio das ondas, das marés e das correntes marinhas, transformando a energia mecânica dos oceanos em energia elétrica. Como o aproveitamento dessa fonte está em desenvolvimento, existem poucas usinas operantes no mundo (EPE, 2018).

Para aproveitar essa energia, é construída uma barragem em locais de grande amplitude de maré. Lá a passagem da água gira uma turbina que efetua a transformação de energia cinética em eletricidade (maremotriz) (EPE, 2018).

A principal vantagem da energia maremotriz é seu longo prazo de funcionamento sem o esgotamento de nenhum recurso natural, sabendo que não há mudança no funcionamento da maré que é a fonte indireta da energia utilizada nessa categoria. O lado negativo é o custo, seja de instalação de uma usina, como também os custos de manutenção, além da rápida depreciação que ocorre devido a água do mar, esses motivos fazem com que a energia maremotriz não seja muito popular (PORTAL DA ENERGIA, 2017).

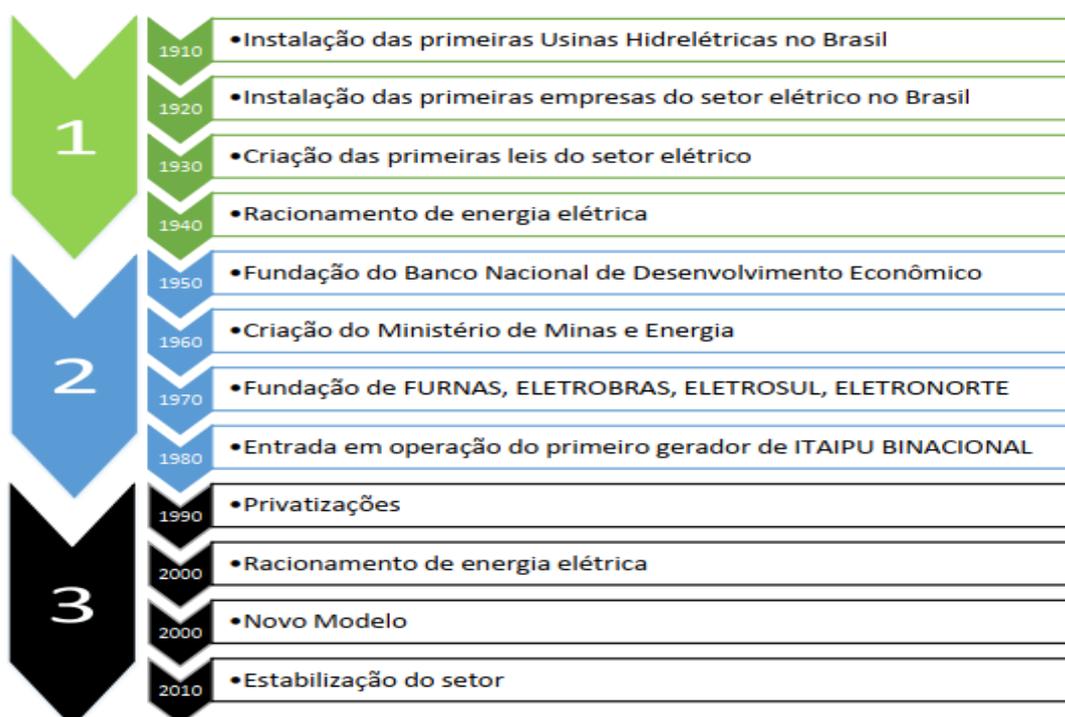
2.5 GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

2.5.1 Histórico

Santos (2015), mostrou em seu trabalho que o setor elétrico brasileiro está dividido em três períodos. No primeiro período, as atividades envolvendo energia elétrica tiveram início no país, na época corresponde à metade do século

XX. No segundo período, o Estado esteve mais presente nas atividades do setor elétrico, época que corresponde ao final do século XX. No último período houve a reestruturação do setor elétrico para um modelo com participação maior da iniciativa privada e que se mantém até hoje. Essa classificação é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Histórico do setor elétrico brasileiro



Fonte: SANTOS, 2015

De acordo com a Figura 1, no primeiro período tiveram início as atividades de geração e consumo de energia elétrica. Dessa maneira, a instalação de empresas que tiveram participação ativa no setor elétrico brasileiro e que participam até hoje desse setor, tais como: Light, CPFL, CEMIG, CEEE e GE (ALMEIDA, 2008).

No primeiro período, também ocorreu o início e a criação das primeiras leis em busca da regulamentação e controle das atividades do setor energético, como o Código das Águas o qual foi decretado pelo Presidente Getúlio Vargas, no ano de 1934. Com isso o governo tinha o poder de controlar as concessionárias de energia elétrica (BRASIL, 1934).

O marco do segundo período foi a forte intervenção do Estado com a elaboração de empresas, agentes reguladores e financiamentos de

empreendimentos de geração de energia elétrica desejando a estruturação do setor. Pode-se destacar, nesse período, a criação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), em Junho de 1952, que forneceu vários empréstimos para empresas investirem em geração de eletricidade, a criação do Ministério de Minas e Energia – MME, a adoção da frequência de 60 hz para o sistema de energia elétrica no território nacional na década de 60. Ainda, nesse período, houve a fundação de empresas como a Central Elétrica de Furnas S.A.- ELETROBRÁS, Centrais Elétricas do Norte - ELETRONORTE, Centrais Elétricas do Sul – ELETROSUL, Empresas Nucleares Brasileiras S.A – NUCLBRÁS durante as décadas de 70 e 80 (CAMARGO, 2005).

Um fato marcante, tanto para o setor elétrico brasileiro como internacional, no ano de 1984, foi o início da operação da primeira das 20 unidades geradoras de Usina Hidrelétrica, a Itaipu Binacional, conhecida como a maior usina hidrelétrica do mundo até então, e hoje é a segunda maior da atualidade (ITAIPU BINACIONAL, 2015). Itaipu, praticamente dobrou a capacidade de geração de energia do Brasil, a produção que era de 16,7 mil megawatts antes da inicialização da usina, com a utilização de Itaipu essa produção foi muito superior, pois sozinha produzia 14 mil megawatts. Em 1985 teve início a operação em escala comercial da primeira Usina Termonuclear Brasileira – Angra I. ELETRONUCLEAR, (2015). No ano seguinte, 1988, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e a Revisão Institucional do Setor Elétrico (REVISE), que foi essencial para que ocorressem as grandes alterações que o setor elétrico sofreu na década de 90 (CAMARGO,2005).

Desde a década de 90, até hoje, o chamado terceiro período, é marcado como o período no qual o governo deixou, em maioria, a função de executor dos serviços, passou a ter a função de regulador do mercado. Por intermédio do Programa Nacional de Desestatização (PND) foi possível essa mudança, programa que foi criado durante o mandato de Fernando Collor, em 1990, mas que alcançou resultados expressivos somente no governo de Fernando Henrique Cardoso, com a ocorrência de alguns eventos: (ALMEIDA,2008)

Tabela 2: Eventos do setor elétrico brasileiro

Julho de 1995	Aprovada a lei Nº 9.074, estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e a criação da modalidade de Cliente Livre de energia elétrica.
Setembro de 1995	Regulamentação das modalidades de geração de energia elétrica, Autoprodutor e Produtor Independente por meio do decreto Nº 2.003.
Agosto de 1997	Eletrobrás Termonuclear S.A. – Eletronuclear é criada e passa a ser responsável pelas usinas termonucleares brasileiras e instituição do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e da Agência Nacional do Petróleo (ANP) por meio da lei Nº 9.478.
Dezembro de 1997	É instituída a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) apoiada na lei Nº 9.427.
Maio de 1998	Reestruturação da ELETROBRÁS por meio da lei Nº 9.648.
Julho de 1998	Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) e Operador Nacional do Sistema Elétrico (NOS) são regulamentados por meio do decreto Nº 2.655.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2019.

Mudanças importantes no setor elétrico brasileiro ocorreram na década de 90. Nesse período o governo procurou estabelecer medidas que de alguma maneira atraíssem investidores para a ampliação do setor gerador de energia elétrica no país, e conseqüentemente alavancar o desenvolvimento econômico. Abaixo do esperado, esses investimentos não se concretizaram de forma desejada, devido às estratégias políticas antigas, as quais estabeleciam que as empresas do setor elétrico absorvessem prejuízos para não repassar reajustes aos consumidores. Assim, a geração e transmissão de energia elétrica do país

não recebeu os aportes apropriados, levando a um sistema de geração de energia elétrica que não satisfazia a demanda de energia (ALMEIDA, 2008).

Perante esse fato, foi suficiente um período hidrológico adverso para que o sistema brasileiro, dependente em modo geral da hidroeletricidade, gerasse a baixo do que era necessário, forçando o governo federal a implementar dois programas de racionamento de energia elétrica, um deles foi direcionado à Região Norte e outro às Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Esses programas de racionamento estiveram presentes num período que se estendeu de junho de 2001 até fevereiro de 2002. Ocorreram em paralelo com outros programas, afim de melhorar o sistema, como por exemplo, o Programa Prioritário de Termoeletricidade, que acrescentou cerca de 1527 megawatts no sistema, gerados a partir de termelétricas que utilizavam como combustível o gás natural (CUBEROS, 2008).

Para solucionar os problemas listados anteriormente e para melhoria do sistema de energia elétrica, foi elaborado no ano de 2004 o Novo Modelo do Setor Elétrico por meio das leis Nº 10.847 e Nº10.848. A primeira estabeleceu a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a segunda, teve por objetivo a regulamentação da comercialização de energia elétrica.

Proposto pelo Ministério de Minas e Energia (MME) esse Novo Modelo tem como base quatro objetivos principais: (ALMEIDA, 2008).

- A universalização do fornecimento de energia elétrica.
- A busca por menor custo possível da energia elétrica para o consumidor
- A garantia da segurança de suprimento de energia elétrica.
- A estabilização do mercado para a atração de novos investidores

2.6 PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL

2.6.1 Energia Eólica

A energia eólica no Brasil é uma fonte bastante interessante para a produção de energia elétrica, devido ao recurso natural ser bastante abundante (CEMIG, 2012).

Com a crise energética de 2001, ocorreu o primeiro incentivo à fonte eólica, com a tentativa de incentivar a contratação de geração de energia eólica no país, até então insignificante, através do Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA) (BRASIL, 2001). O objetivo do programa era a contratação de 1.050 MW de projetos de energia eólica até dezembro de 2003, entretanto o objetivo não foi alcançado (TOLMASQUIM,2016).

Em 2002, afim de incentivar o incremento da energia eólica na matriz elétrica brasileira, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), instituído pela Lei nº 10.438 (BRASIL, 2002), entrou em vigor. O objetivo é diversificar a matriz energética brasileira, promover a segurança no abastecimento, a valorização das características e potencialidades regionais e locais, além da criação de empregos, capacitação e formação de mão-de-obra e redução de emissão de gases de efeito estufa (BRASIL, 2002).

Além de viabilizar a contratação de uma grande quantidade de parques eólicos, o programa PROINFA introduziu regras de conteúdo local, objetivando fomentar a indústria nacional de base eólica, como também outras fontes envolvidas no programa (TOLMASQUIM,2016).

A energia eólica tem deixado a condição de energia alternativa e vem se estabelecendo como uma forma competitiva economicamente, com emissões bastante reduzidas em relação às fontes tradicionais. De acordo com as tendências futuras essa forma de energia terá uma grande ampliação em sua exploração (CEMIG, 2012).

No Brasil em 2017, foram instaladas 79 novas usinas eólicas, sendo no total 2.027MW (ABEEÓLICA,2017).

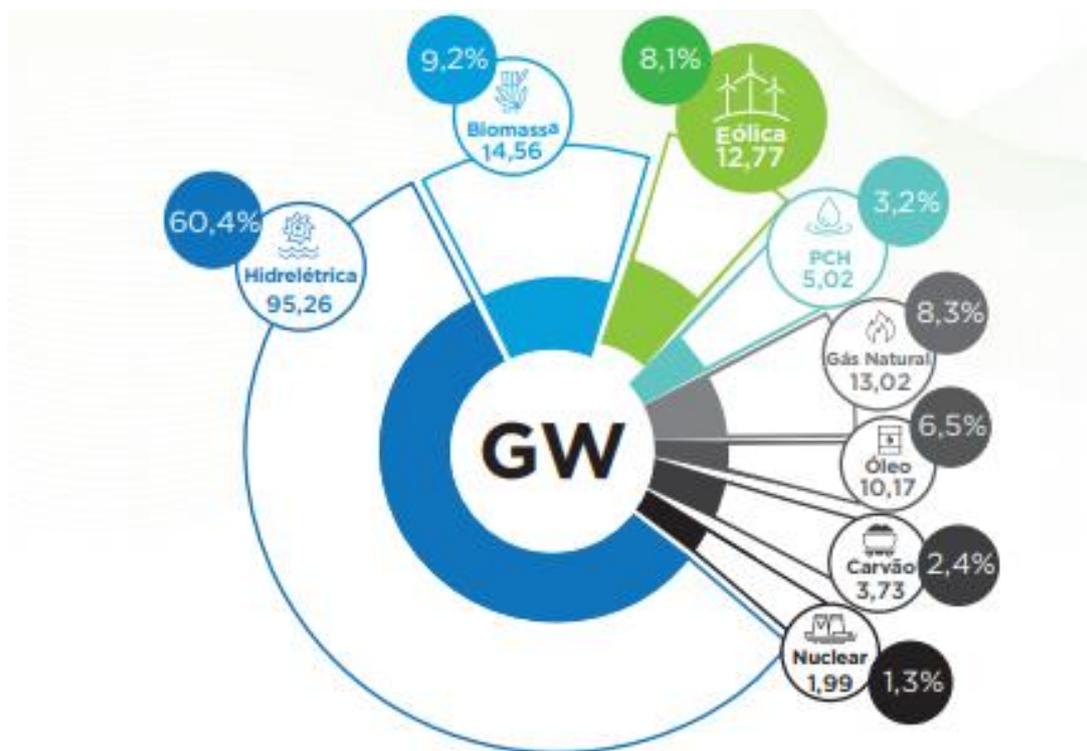
Gráfico 11 - Capacidade instalada de energia eólica em 2017

UF	Potência (MW)	Nº de Parques
PI	528,20	19
BA	517,10	20
RN	259,30	10
MA	220,80	8
CE	147,00	6
PE	131,10	5
RS	129,00	8
PB	94,50	3
Total Geral	2.027,00	79

Fonte: ABEEÓLICA, 2017

Os estados de maior destaque na implantação desses novos empreendimentos foram Piauí e Bahia, que junto corresponderam a pouco mais da metade da instalação. O ano de 2017 terminou com 508 usinas, com 12.77GW de potência eólica instalada. Considerando todas as fontes de geração de energia elétrica, em 2017, foram instalados 6.84GW de potência, cujo crescimento foi liderado principalmente pelas fontes hidrelétrica e eólica, que representaram 47,86% e 29,62% respectivamente. Com o acréscimo de 2.03GW de nova capacidade instalada, o total eólico permitiu para a fonte uma presença de 8,10% da matriz elétrica brasileira, de acordo com o Gráfico 12, que mostra a participação de todas as fontes de geração na matriz elétrica brasileira no fim de 2017. Fato interessante é que no final de 2016 a participação das eólicas era de 7,12% (ABEEÓLICA, 2017).

Gráfico 12 - Matriz elétrica brasileira



Fonte: ABEEÓLICA, 2017

2.6.2 Energia Hidrelétrica

A hidroeletricidade tem sido a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro por várias décadas, os fatores que levam a isso são tanto pela competitividade econômica quanto pela abundância desse recurso energético a nível nacional. O Brasil dispõe de um sistema gerador que tem uma capacidade instalada de mais de 150GW, com predominância hidrelétrica. Esse domínio da hidroeletricidade decorre da extensa superfície territorial do país, com muitos planaltos e rios caudalosos. Com um potencial abrangente com estimativa de produção de energia de 172GW, apenas 60% desse total já foram aproveitados. Aproximadamente 70% do potencial ainda não aproveitado se encontra nas bacias hidrográficas Amazônica e Tocantins – Araguaia.

As principais usinas hidrelétricas são encontradas em (LIMA, 2018):

Tabela 3: Principais Usinas Hidrelétricas no Brasil

Numeral	Nome da usina	Capacidade (MW)	Descrição
1ª	Belo Monte	11.230	Inaugurada em maio de 2016, está instalada no rio Xingu, próxima a cidade de Altamira (região norte do Pará). Ainda está em construção, previsão de término para 2019
2ª	Tucuruí	8.340	Localizada no rio Tocantins, no município de Tucuruí (estado do Pará). Foi construída entre 1976 e 1984.
3ª	Itaipu (Binacional)	7.000	Esta usina brasileira e paraguaia está localizada no município de Foz do Iguaçu, fronteira com o Paraguai. Instalada no rio Paraná, a parte brasileira possui capacidade de 7.000 MW. Sua inauguração ocorreu em 5 de maio de 1984.
4ª	Paulo Afonso	3.985	Localizada no município de Paulo Afonso (Bahia). Instalada no rio São Francisco, foi construída entre os anos de 1954 e 1979.
5ª	Jirau	3.750	Localizada no município de Porto Velho (Rondônia). Foi inaugurada em 2012. Está instalada no rio Madeira.

Fonte: Adaptado de LIMA, 2018.

Historicamente, o Brasil vem investindo massivamente na geração hidrelétrica, principalmente devido a abundância de recursos hídricos disponíveis, e o custo baixo para produção. Tais características a tornam uma opção interessante entre os recursos energéticos disponíveis (EIA,2015).

É importante levar em consideração que a grande dependência das hidrelétricas vem ameaçando a geração de energia elétrica no Brasil, em períodos de estiagem. Com isso diversas hidrelétricas atingem níveis críticos e fazem com que estratégias de emergência sejam implementadas. Uma dessas estratégias criadas, por exemplo, é a bandeira tarifária, que tem por objetivo desestimular o consumo por meio de sobretaxas ao custo do kWh do consumidor, em função dos custos de geração da energia elétrica (BRASIL, 2015).

2.6.3 Energia Solar

O Brasil possui um índice de radiação solar extremamente vasto de cerca de 1.550 e 2.350 kWh m⁻² ano⁻¹, tendo como destaque principal a Região Nordeste, de modo especial o estado da Bahia, sendo a província com maior radiação do Brasil, de 5,9 kWh m⁻² ano⁻¹. Um fato interessante é que a própria região nordestina é que mais carece de fornecimento de energia elétrica. Cerca de 25% da população do estado do Piauí, por exemplo, vive sem energia elétrica em suas residências. A segunda região com maior radiação é a do Centro-Oeste 5,7 kWh m⁻² ano⁻¹ (TSURUDA et. al, 2017).

Figura 2 - Radiação global média das regiões



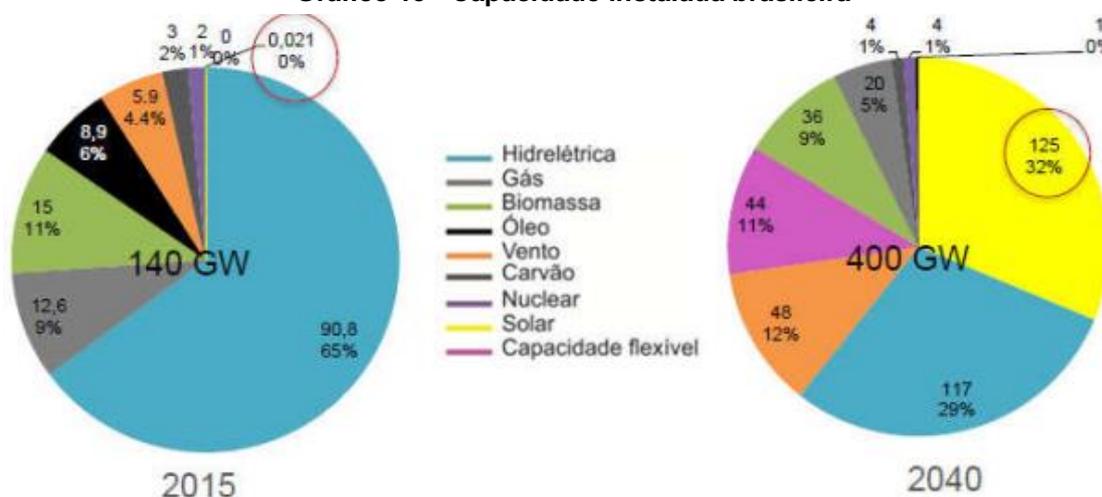
Fonte: PEREIRA et al., 2006

Enquanto a Região Nordeste é privilegiada como uma das regiões mais ensolaradas do mundo, a Região Sul do Brasil, em que estão concentradas as maiores atividades econômicas do País, possui um baixo índice de radiação e

de aproveitamento solar. A amplificação de usinas solares tem se dado principalmente em regiões pobres ou rurais. Os projetos de universalização possuem foco maior em atender regiões isoladas que possuem um maior afastamento dos centros de distribuição de energia elétrica (ATLAS, 2008)

Segundo Tsuruda (2016) a importância da energia hidrelétrica será reduzida no Brasil dentro dos próximos 25 anos. Segundo dados da CELA (2016) a energia hidrelétrica que atualmente representa 65% da energia renovável produzida no Brasil, deve ser diminuída para 29%, perdendo espaço para energia solar e eólica que corresponderão a 44% da matriz energética.

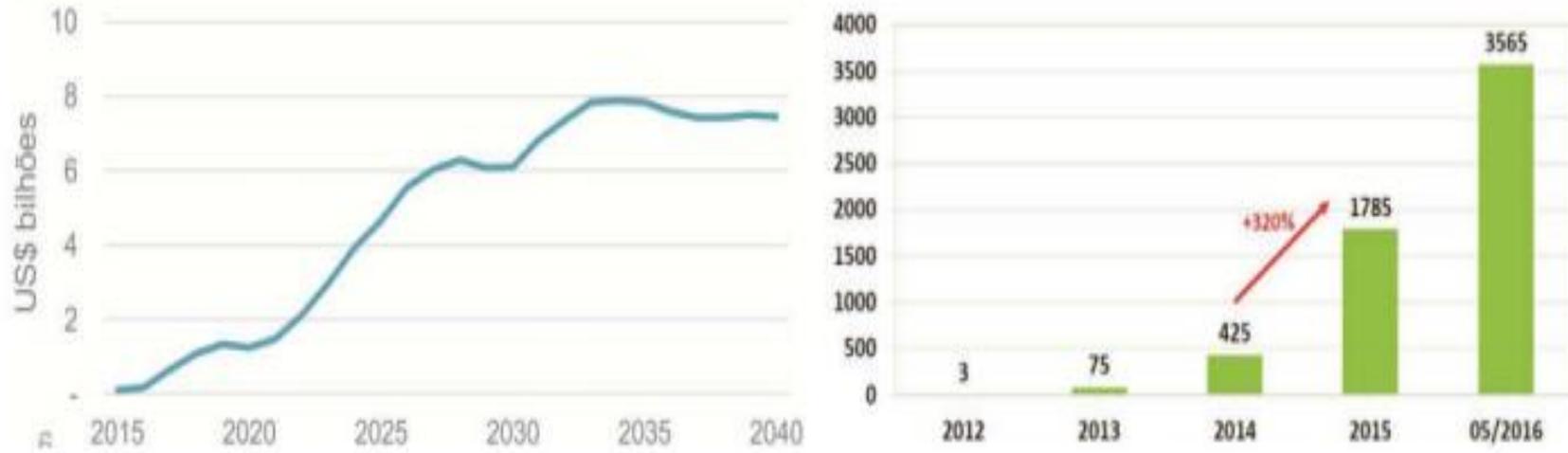
Gráfico 13 - Capacidade instalada brasileira



Fonte: CELA, 2016

De acordo com a CELA (2016), apesar de o Brasil se encontrar 10 anos atrasado em relação a outros mercados de energia solar do mundo, a tendência é que o país se torne cada vez mais protagonista neste setor. A seguir se encontram dois gráficos, que mostram a previsão de investimento do Brasil, em bilhões de dólares, e o número de sistemas conectados de energia solar.

Gráfico 14 - Crescimento do mercado fotovoltaico no Brasil; a) investimento anual, fonte: (CELA, 2016) e b) número acumulado e previsão de crescimento de sistemas conectados, fonte: (ANEEL, 2016)

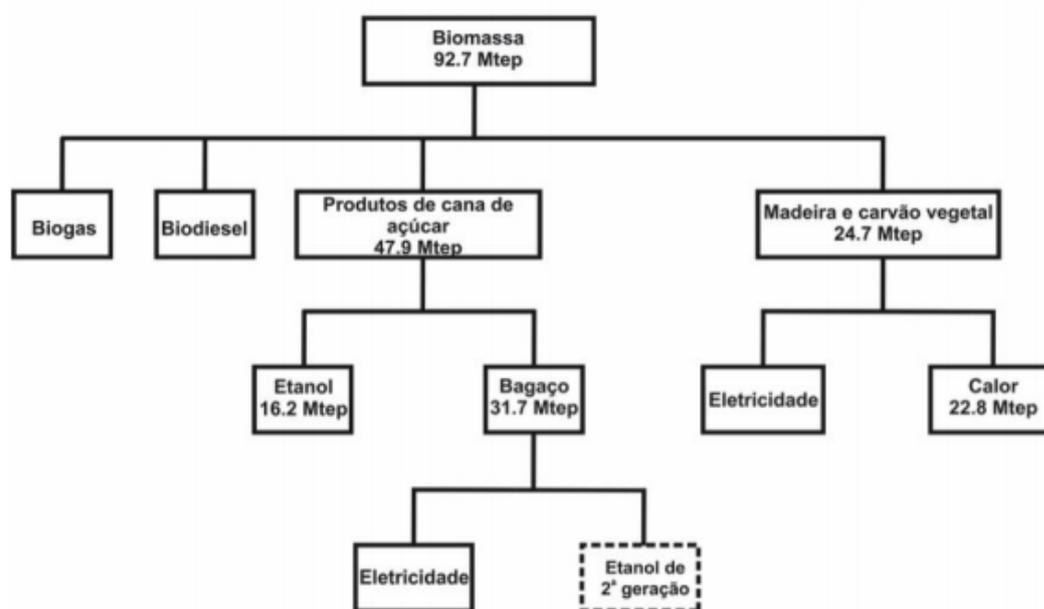


Fonte: CELA, 2016

2.6.4 Energia da Biomassa

Dentro do Brasil a biomassa é uma fonte importante de energia, principalmente devido à grande utilização de cana de açúcar para a produção de etanol e eletricidade e lenha/carvão vegetal na siderurgia e produção de eletricidade (GOLDENBERG, 2017). Na imagem a seguir, observa - se as principais rotas dos diferentes usos da biomassa, em território nacional:

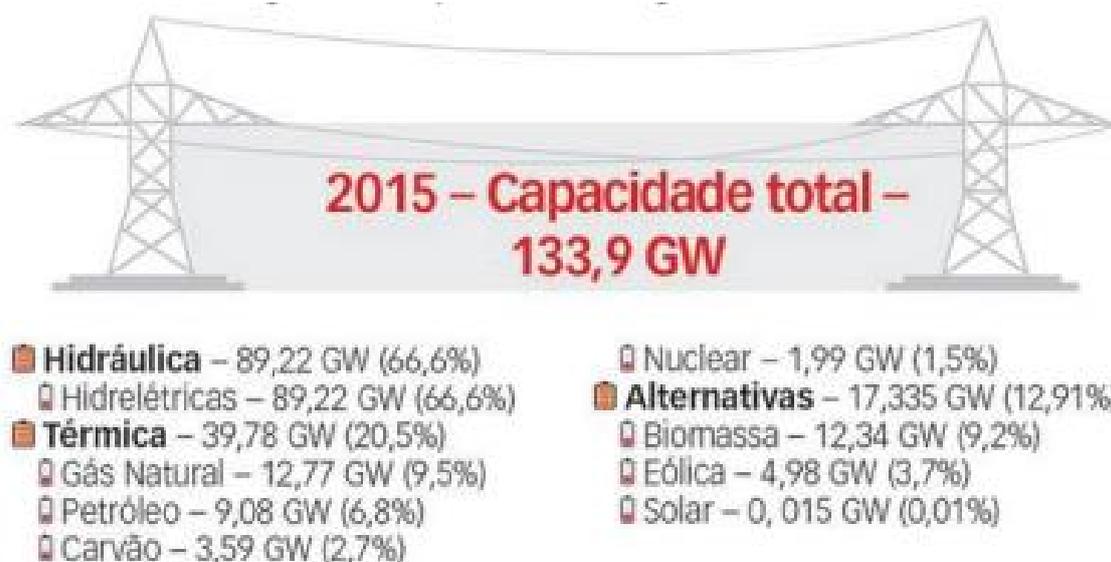
Figura 3 - Rotas de uso da biomassa no Brasil



Fonte: GOLDENBERG, 2017

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (2015), em 2014 existiam 480 termelétricas de biomassa em operação, representando 8,4% da Matriz Elétrica do Brasil. A biomassa, a cada ano que passa, vem crescendo no país, principalmente no setor de cogeração e na reposição de energia para regiões isoladas, representando 9,2 da capacidade energética brasileira, ou seja 12,34 GW dos 133,9 GW gerados no Brasil Fonte: (SOUZA et. al., 2015).

Figura 4 - Capacidades energéticas do Brasil



Fonte: SOUZA et. al., 2015

Existe uma preocupação com a produção de matéria orgânica para ser utilizada como biomassa, principalmente por causa de seus efeitos negativos ao meio ambiente. Por exemplo, tradicionalmente a colheita de cana de açúcar é feita manualmente e em seguida há a queima da palha no local, que produz emissões de dióxido de carbono e também gera riscos à saúde das pessoas e possíveis incêndios. Também existe uma grande interferência no solo e no espaço de plantio, comprometendo espaços direcionadas a cultura de alimentos (ATLAS, 2008).

2.6.5 Energia a partir de biogás

Diariamente vemos notícias, reportagens a respeito dos problemas que os resíduos de uso doméstico causam para a sociedade, é um mal que vem crescendo em nossa cidade, estado, país. Diante desses problemas que vem assombrando as famílias brasileiras surgem estudos para se buscar meios para dar destinação correta para os resíduos sólidos urbanos. Vem aumentando o estudo e a necessidade da utilização dos resíduos sólidos como fonte de matéria prima, assim, a utilização do resíduo orgânico para geração de energia vem sendo cada vez mais estudada e debatida (AECWEB, 2019).

Embora os resíduos sólidos orgânicos se destinados de maneira errada causem danos ao meio ambiente, podem ser uma importante fonte de matéria prima para a geração de energia (AECWEB, 2019).

Existem inúmeras vantagens na utilização dessa matéria prima para a diversificação da matriz energética do nosso país, a qual se mostra necessária para não depender apenas de um ou outro tipo de fonte de geração de energia. Também, não menos importante, é a diminuição dos impactos que a decomposição errada dos resíduos pode causar, por exemplo, a emissão de gases nos aterros sanitários (PENSAMENTO VERDE, 2019).

Uma das grandes preocupações e cuidados da atualidade é a sustentabilidade, ou seja, o avanço da sociedade e projetos concebidos devem ter como base além de outros pensamentos o pensamento sustentável. Para alimentar esse avanço, um dos principais pilares, é a fonte de energia, portanto, precisamos de fontes de geração de energia que satisfaçam o pensamento sustentável (PENSAMENTO VERDE, 2019).

Através do pensamento sustentável, a biomassa ganha um papel importante na geração de energia e sua contribuição na geração sustentável de energia vem crescendo gradativamente, satisfazendo os três pilares da sustentabilidade. Aspectos econômicos, ambientais e sociais da sustentabilidade formam o tripé que todas as pessoas deveriam ter em mente para buscar um desenvolvimento levando em consideração às futuras gerações (MMA, 2019).

Além da parte econômica que promove o aumento da diversificação da matriz energética brasileira, comentada anteriormente, para a diminuição da utilização de combustíveis fósseis, a biomassa através do resíduo orgânico é um ótimo recurso na geração de energia. Outro aspecto interessante é o custo que essa matéria prima possui, é bastante barata em relação a outras fontes, tendo conhecimento que o resíduo orgânico pode ser recolhido regionalmente, assim, colaborando para geração de receita e de energia regional (IEE, 2019).

Um dos tripés, o social, é também muito beneficiado com a utilização da biomassa como matéria prima, muitos empregos são gerados, e maior parte desses empregos não necessitam de uma alta qualificação. Outra grande vantagem social da Biomassa é que a maioria dos equipamentos utilizados na transformação de energia são fabricados nacionalmente (IEE, 2019).

O último tripé da sustentabilidade é em relação aos benefícios ambientais, que utiliza combustíveis renováveis. Essa matéria prima tem como qualidade a não emissão de gases de efeitos estufa (GEE) que contribuem para o aquecimento global (IEE, 2019).

Contudo, o descarte do resíduo, muitas vezes, é feito de maneira errônea e causa prejuízos não somente ao meio ambiente, mas também à sociedade.

A Lei nº 12.305/10, que compreende a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), engloba aspectos essenciais que norteiam o avanço necessário ao país no combate dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos resultantes do manuseio incorreto dos resíduos sólidos. Ainda apresenta como proposta instrumentos para aumentar a reciclagem e a reutilização de resíduos sólidos (aqueles que possuem valor econômico e podem ser reciclado ou podem ser reutilizados) e a destinação ambientalmente correta dos rejeitos (não possui valor econômico, não pode ser reutilizado nem reciclado).

Além das ideias mostradas acima, essa lei instaura metas que irão colaborar para a eliminação de lixões e introduzir ferramentas de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal, impondo ainda que particulares elaborem seus próprios Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Rejeitos ou dejetos são “[...] resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.” (Art. 3º do PNRS).

Importante destacar as diferenças entre reciclagem e reutilização. Assim, reciclagem compreende o “ processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas com vistas à transformação em insumos ou novos produtos [...]” (art. 3º, XIV PNRS) e reutilização o “processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química [...]” (art. 3º, XVIII do PNRS).

De acordo com a Lei nº 12.305/ 2010 que mostra soluções para um dos maiores problemas ambientais do Brasil, a destinação errada dos resíduos

sólidos, transmitindo a necessidade de substituir os lixões a céu aberto por aterros sanitários, diminuindo os prejuízos ao meio ambiente.

Como já mencionado nesse trabalho, a Biomassa colabora com uma parcela significativa na matriz energética brasileira, possui papel importante para geração de eletricidade do país. Sabendo dessa representatividade que a Biomassa tem na geração de eletricidade e da necessidade da diversificação de fontes de energia a Biomassa juntamente com a energia solar e eólica possuem ainda alta capacidade de desenvolvimento no nosso país. Vemos no cenário atual, indústrias que utilizam sua própria energia. Elas estão desenvolvendo a ideia e a utilização da Biomassa para geração de eletricidade, com isso, a capacidade de desenvolvimento da utilização dessa fonte é muito grande.

Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizada em 2008, somente 27.7% das cidades brasileiras possuíam aterros sanitários, 22.5% possuíam aterros controlados e 50,8% das cidades despejavam o lixo produzido em lixões.

Com esses dados à mostra fica evidente a necessidade do descarte correto dos resíduos, por isso, a utilização dessa matéria prima em Usinas de Biomassa é algo que pode gerar melhorias ao meio ambiente e à sociedade.

Existem quatro maneiras de transformar a Biomassa em energia (ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2019):

- a) Pirólise: na pirólise, a Biomassa é exposta a supramaximas temperaturas sem a presença de oxigênio, assim, acelerando a decomposição da mesma. A sobra da decomposição é uma mistura de gases, líquidos (óleos vegetais) e sólidos (carvão vegetal);
- b) Gasificação: da mesma maneira, na gasificação a Biomassa também é acelerada na ausência de oxigênio, dando origem a um gás inflamável como produto final. Visando a remoção de alguns componentes químicos residuais esse gás pode ser filtrado. A grande diferença entre essas duas formas é que na pirólise a gaseificação exige menor temperatura e resulta apenas em gás.
- c) Combustão: nesse método a queima da biomassa é realizada a altas temperaturas na presença abundante de oxigênio, gerando

- vapor a alta pressão. Na maioria das vezes esse vapor é utilizado em caldeiras ou para mover turbinas. É a forma mais comum hoje em dia e sua eficiência energética situa-se na faixa de 20 a 25%.
- d) Co-combustão: esse método propõe a substituição de parte do carvão mineral que é utilizado em usinas termoelétricas por Biomassa, reduzindo significativamente a emissão de poluentes. A faixa de desempenho opera entre 30 e 37%, tornando uma escolha atrativa e econômica nos dias atuais.

2.7 ANÁLISE CRÍTICA

O interesse cada vez maior da sociedade, vem incentivando a comunidade científica a pesquisar e desenvolver meios para aproveitar, da melhor maneira, as fontes alternativas de energia menos poluentes renováveis e que causam um menor impacto ambiental. É possível ver essa disposição, na prática, com o aumento da contribuição de energias renováveis na matriz energética mundial.

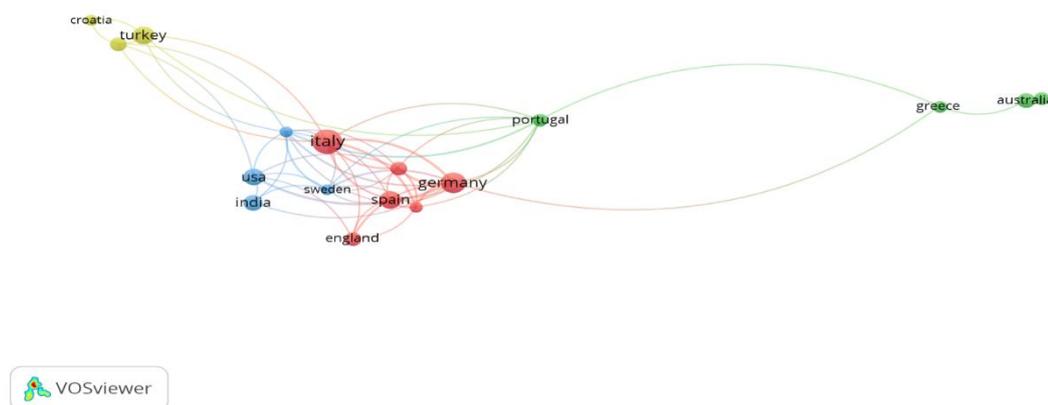
Além da energia hidrelétrica, o Brasil, tem um enorme potencial para usufruir de fontes alternativas de energia.

Através dessas fontes, é perceptível acompanhar um grande número de indústrias investindo cifras altas no desenvolvimento de meios de geração de energia limpa.

Para confirmar essa análise citada a cima, uma indústria da Região dos Campos Gerais, está implementando em uma de suas unidades uma usina de biogás para obtenção de energia a partir dos “restos” de sua produção, aproveitando algo que seria perdido para gerar valor. Fatos como esse, levam a crer que com o passar do tempo as indústrias certamente investirão cada vez mais para gerar energia através de fontes alternativas, confirmando a importância dessa pesquisa para a comunidade.

As palavras que se destacaram para o autor são “Wind”, “Europe” e “energy efficiency”. Com relação ao gráfico dos países relacionados a essa pesquisa apresenta-se o seguinte Gráfico:

Figura 8 - Países de pesquisa "renewable energy source" AND "international"



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Nesse cenário destacam-se Itália, Alemanha, Índia e Portugal. Baseado nos resultados pode-se inferir que as energias atuais que mais são pesquisadas são: eólica, solar, hídrica e bioenergia. Dessa forma, o trabalho dará destaque a estas 4 energias que são as mais destacadas e promissoras, no cenário mundial e nacional.

2.7.2 Fontes de Energia Renovável segundo o BIORESTEC

O presente trabalho possui como uma de suas referências a edição de 2017 do Journal Renewable Energy que traz publicado uma série de artigos apresentados na conferência “1st International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability” (BIORESTEC) em Barcelona na Espanha. A tabela 1 a seguir traz um resumo dos principais pontos dos artigos do congresso.

Tabela 4 - Resumo de artigos BIORESTEC

ARTIGO	AUTORES	OBJETIVO	PROBLEMA	SOLUÇÃO	MATÉRIA
Combustion characteristics of a 16 step grate-firing wood pellet boiler	Joon Ahn, Jun Hwan Jang	Analisar a efetividade de uma grelha de queima a base de pellets	A incapacidade de um sistema de 4 grelhas gerar a energia requerida	Utilização de um sistema com 16 grelhas	Pellets de resíduos de madeira
Pyrolysis behavior of rice straw under carbon dioxide for production of bio-oil	Bijoy Biswas, Rawel Singh, Jitendra Kumar, Raghuvir Singh, ... Thallada Bhaskar	Estudar a influência da temperatura e da liberação de dióxido de carbono na pirólise de palha de arroz	A liberação em excesso de dióxido de carbono na atmosfera pela queima de matérias orgânicas	O estudo mostrou que quanto maior a temperatura, maior a liberação de dióxido de carbono neste tipo de queima	Palha de Arroz
A comprehensive review on the pyrolysis of lignocellulosic biomass	Vaibhav Dhyani, Thallada Bhaskar	Revisar características da pirólise: tecnologias, matéria-prima e produtos finais	Necessidade de implementar a biomassa como uma das principais fontes de energia no mundo	Apresentação de dados quantitativos e qualitativos que comprovam os benefícios	Resíduos, materiais florestais e algas
Optimization of the transesterification reaction of microalgal <i>Monoraphidium</i> sp	Jen-Jeng Chen, Yu-Ru Lee	Otimizar a produção de biodiesel produzido pela microalga <i>Monoraphidium</i>	Níveis de produção insatisfatórios de biodiesel	Variação de volume de metanol, temperatura de reação, tempo de reação e do poder do ultrassom	Microalgas
Environmental analysis of <i>Spirulina</i> cultivation and biogas production using experimental and simulation approach	R. Rodríguez, J.J. Espada, J. Moreno, G. Vicente, ... J. Dufou	Análise da cultura da microalga <i>Spirulina</i>	Poucos estudos publicados relacionados a este tema	A utilização de fertilizantes minerais permite um desenvolvimento até 56% melhor das algas	Microalgas
Integrated 1st and 2nd generation sugarcane bio-refinery for jet fuel production	Catarina I. Santos, Constança C.	Realizar uma análise tecnológica e econômica	Comprovação da eficácia da cadeia de produção de biomassa	Foi verificado que a produção possui um rendimento de forma geral	Cana de açúcar

in Brazil: Techno-economic and greenhouse gas emissions assessment	Silva, Solange I. Mussatto, Patricia Osseweijer, ... John A. Posada	de uma refinaria de biocombustível	de uma refinaria de médio porte	positivo, porém com possibilidades de melhoria de lucro ao aumentar o valor agregado do combustível	
Inhibition of patchouli oil for anaerobic digestion and enhancement in methane production using reverse membrane bioreactors	Lukitawesa, Ahmad Safarudin, Ria Millati, Mohammad J. Taherzadeh, Claes Niklasson	Aprimorar a utilização de óleo de patchouli na produção de energia	Desperdício de óleo de patchouli na produção de produtos derivados	Uso de biorreator de membrana para que o desperdício de óleo na queima seja reduzido	Patchouli
Biohydrogen production from anaerobic digestion and its potential as renewable energy	Mohd Atiqueuzzaman Khan, Huu Hao Ngo, Wenshan Guo, Yiwen Liu, ... Jie Wang	Análise da utilização de biohidrogenação como fonte de energia	Busca por alternativas mais limpas de energia	Os autores argumentam que a biohidrogenação pode ser a melhor fonte alternativa de energia devido a abundância de material orgânico e de nenhuma emissão de dióxido de carbono	Matérias orgânicas em geral
Biogas potential of green biomass after protein extraction in an organic biorefinery concept for feed, fuel and fertilizer production	M. Santamaría-Fernández, B. Molinuevo-Salces, M. Lübeck, H. Uellendahl	Estudar a utilização de 4 tipos de resíduo de plantação para uso como biocombustível	Busca por opções de fonte de matéria orgânica para utilização na Europa com baixo índice de desperdício	Após a extração da proteína das plantas, 95% da matéria restante é orgânica, facilitando sua utilização e 65% do poder do metano é recuperado	Resíduos de plantações

Product diversification in the sugarcane biorefinery through algae growth and supercritical CO ₂ extraction: Thermal and economic analysis	Juliana Q. Albarelli, Diego T. Santos, Adriano V. Ensinas, François Marechal, ... M. Angela A. Meireles	Integrar uma refinaria de cana de açúcar com a cultura de algas	Ineficiência na produção de matéria orgânica para ser utilizada como fonte de energia	O estudo conseguiu mostrar como integrar a produção dos dois materiais utilizando o dióxido de carbono liberado pela fermentação do etanol na cultura das algas	Cana de açúcar e algas
Preparation of magnetically responsive bacterial demulsifier with special surface properties for efficient demulsification of water/oil emulsion	Yongjiao Xiong, Xiangfeng Huang, Jia Liu, Lijun Lu, Kaiming Peng	Separar uma emulsão de água e óleo	Desperdício de óleo de materiais orgânicos que são descartados devido à mistura com água	Utilização de uma bactéria com partículas nanomagnéticas para desmulsificar a água e o óleo	Óleos de materiais orgânicos
Pentose rich acid pretreated liquor as co-substrate for 1,3-propanediol production	Narisetty Vivek, Meera Christopher, M. Kiran Kumar, Eulogio Castro, ... Ashok Pandey	Bioconversão de subprodutos com baixo valor agregado de matéria orgânica em produtos de maior valor	Descobrir fontes mais acessíveis de biomassa	Conversão de ácido da palha de arroz em 1,3-propanediol	Palha de Arroz
Innovative anode catalyst designed to reduce the degradation in ozone generation via PEM water electrolysis	Jyun-Wei Yu, Guo-Bin Jung, Chi-Wen Chen, Chia-Chen Yeh, ... Cheng-Lung Lin	Mitigar os efeitos negativos da eletrólise da água em células de energia	Desperdício de ozônio a alto custo do processo	Produção de uma membrana de troca de eletrodos caseira com uma proporção de 9:1 de óxido de chumbo e Nafion	Hidrogênio

Improvement on the design and fabrication of planar SOFCs with anode-supported cells based on modified button cells	Xuan-Vien Nguyen, Chang-Tsair Chang, Guo-Bin Jung, Shih-Hung Chan, ... Chi-Yuan Lee	Aprimoramento de uma célula de combustível de óxido sólido	Performance insatisfatória de célula de óxido atual	Uso de uma célula de 5x5 centímetros com câmaras de combustível e óxido que permitem uma maior transferência de calor	Óxido sólido
In-vessel co-composting of biosolid: Focusing on mitigation of greenhouse gases emissions and nutrients conservation	Mukesh Kumar Awasthi, Quan Wang, Hongyu Chen, Meijing Wang, ... Zengqiang Zhang	Estudar um método que facilite a compostagem de lodo de esgoto	Desperdício de material orgânico em redes de esgoto	Uso de cálcio-betonita junto com biocarvão e palha de trigo para tratar o lodo	Lodo de esgoto/palha de trigo
Feasible use of microbial fuel cells for pollution treatment	Jianjun Hu, Quanguo Zhang, Duu-Jong Lee, Huu Hao Ngo	Comprovar que o uso de células de combustível microbiana é uma fonte útil de energia e que pode reduzir níveis de poluição	Uso errôneo de células químicas como fonte de energia	Conclui-se que a célula microbiana deve ser utilizada no mercado, pois possui potencial para superar os outros tipos de células a base química	Micróbios
Analyzing animal waste-to-energy supply chains: The case of horse manure	Martin Svanberg, Christian Finnsgård, Jonas Flodén, Joakim Lundgren	Estudar a cadeia de suprimentos relacionadas a transformação de estrume de animais em energia	Estudar o uso de estrume como fonte de energia	Os principais pontos a serem estudados na cadeia de suprimentos são a localização de criações de cavalo, o sistema de estoque de estrume e o transporte deste material	Estrume de cavalo

Sustainable approaches for algae utilisation in bioenergy production	Shir Reen Chia, Hwai Chyuan Ong, Kit Wayne Chew, Pau Loke Show, ... Jo-Shu Chang	Estudo sobre a cultivaco e utilizaco de algas como biomassa	Estudar as algas como principal biomassa para fornecimento de energia	O artigo conclui que as algas possuem potencial de se tornarem comercialmente competitivas com os combustíveis fósseis	Matéria orgânica em geral
Model for evaluation of locally available biomass competitiveness for decentralized space heating in villages and small towns	Kamila Vvrov, Jaroslav Knpek, Jan Weger, Tom Krlk, Jiř Beranovsk	Fazer um modelo de análise da competitividade local relacionada a biomassa	Baixa utilizaco de biomassa nas cidades pequenas da República Tcheca	Uso do modelo BICOM dividido em 4 módulos	Matérias orgânicas em geral/Pellets

Estes artigos possuem um foco em disseminar conhecimento relacionado à bioenergia e biotecnologia. A primeira edição da BIORESTEC cobriu tpicos relacionados a fontes de matéria para biocombustíveis e produtos químicos baseados em matéria orgânica. A tabela 1 traz um resumo a respeito das principais informações relacionadas a estes artigos.

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por objetivo descrever o tipo de pesquisa utilizada no presente trabalho, definindo os instrumentos e fontes para a coleta de dados. A divisão dos subcapítulos desse item foram feitas seguindo a proposta feita por Marconi e Lakatos (1985).

A atual pesquisa tem por objetivo levantar dados a respeito de energias renováveis.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Marconi e Lakatos (1985) é possível subdividir a classificação de uma pesquisa em várias subclassificações, as quais apresentam a forma que o trabalho foi elaborado.

3.1.1 Quanto a Abordagem

Este trabalho pode ser caracterizado como sendo de Abordagem Qualitativa, uma vez que os dados são mostrados nos contextos sociais, políticos e econômicos.

Para Triviños (1987), este tipo de abordagem trabalha os dados em busca de seu significado, tendo como base o entendimento do fenômeno dentro do seu contexto. A utilização da descrição qualitativa procura captar não somente a aparência do fenômeno, mas também a essência, buscando explicação sobre sua origem, relações e mudanças, e tentando sentir as consequências.

3.1.2 Quanto à Natureza

Este trabalho pode ser classificado como sendo de natureza básica. Segundo Turrioni e Mello (2012), esse tipo de pesquisa procura o progresso científico, a ampliação de conhecimentos teóricos, sem a real preocupação de utilizá-los na prática, ou seja, é uma pesquisa que gerará conhecimento quando utilizada em outras

pesquisas. Os dados apresentados na pesquisa não serão aplicados, mas utilizados para compor o conhecimento existente no campo de fontes de energias renováveis.

3.1.3 Quanto aos Objetivos

Essa pesquisa é caracterizada como exploratória, pois tem por finalidade a descoberta, respostas inovadoras e a investigação em relação ao tema do presente trabalho. Tem por objetivo mostrar como encontra-se o cenário das energias renováveis no país.

Segundo Gil (1999) o principal objetivo da pesquisa exploratória é desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com intuito de formular problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para futuros estudos, além de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado caso.

3.1.4 Quanto aos procedimentos

Em relação aos procedimentos, o estudo é caracterizado como sendo pesquisa bibliográfica, elaborado a partir de materiais publicados, artigos periódicos, *Journal*, coletados de livros e material disponibilizado na internet.

Para Vergara (2000), a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já elaborado, embasado principalmente, de livros, e artigos científicos, que são importantes para o levantamento de informações sobre o tema.

A pesquisa também contempla o estudo de caso, o qual aborda a instalação de uma usina de energia a partir de resíduos orgânicos no município de Rio Azul no estado do Paraná, Brasil. O objetivo do estudo de caso é descrever a implantação e a geração de energia elétrica para o município.

Para o estudo de caso, foi também necessário coletar dados a partir de documentos disponibilizados pela Prefeitura municipal de Rio Azul e dados coletados do IBGE (2010). Assim, a pesquisa se caracteriza como documental que, segundo Gil (1991), a abordagem da pesquisa é documental, no instante em que seu desenvolvimento é baseado em materiais que não receberam tratamento analítico, ou seja, que ainda podem ser melhorados de acordo com os objetos da pesquisa; e tem abordagem de pesquisa bibliográfica, no momento em que se utiliza das contribuições

de vários autores sobre um determinado assunto. “A característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias.”

3.2 DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO

A atual pesquisa delimita-se ao tema de Energias Renováveis, levantando dados em estudos recentes sobre as novas fontes de energia limpa utilizadas no Brasil. Os elementos investigados serão *sites*, governamentais ou privados, que oferecem dados e informações sobre energias renováveis.

Para compor a pesquisa de campo, serão utilizados dados e informações de estatísticas sobre o tema, em nível mundial e nacional brasileira. Em seguida, serão buscados dados sobre o Estado do Paraná, visando uma análise mais aprofundada.

Foi também selecionado o município de Rio Azul por questões de acessibilidade e de fácil acesso aos dados.

3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a análise dos resultados, será utilizada a técnica de análise de conteúdo.

A análise de conteúdo é definida como:

[...] uma técnica de pesquisa que visa uma descrição do conteúdo manifesto de comunicação de maneira objetiva, sistemática e quantitativa [...] refere-se ao estudo tanto dos conteúdos nas figuras de linguagem, reticências, entrelinhas, quanto dos manifestos (CAMPOS, 2004, p.612).

[...] a análise de conteúdo é uma técnica de pesquisa que trabalha com a palavra, permitindo de forma prática e objetiva produzir inferências do conteúdo da comunicação de um texto replicáveis ao seu contexto social (CAREGNATO; MUTTI, 2006, p.682).

Foi também aplicada a técnica de análise documental, uma vez que os documentos para a implantação da usina disponibilizados na prefeitura da cidade e das cidades vizinhas segundo o IBGE foram também analisados.

3.4 METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

Em busca de se ter um maior aprofundamento e entendimento em relação ao tema de pesquisa, alguns artigos utilizados foram pesquisados no Google Scholar a base que mostrou-se mais eficiente para obtenção de dados em relação a energias renováveis no Brasil. Outros trabalhos foram utilizados como, trabalhos acadêmicos de conclusão de curso, dissertações, teses, também foram utilizados dados encontrados em páginas da internet, em documentos feitos por departamentos do governo com o intuito de fortalecer o referencial teórico.

Para a busca dos artigos utilizou-se como palavras-chave: Energia Renováveis, Energias Renováveis no Brasil, Fontes de Energias Alternativas, Energia Solar, Energia Eólica, Energia da Biomassa e Energia Hidrelétrica.

Em função da grande quantidade de materiais bibliográficos disponíveis sobre o tema, optou-se pela estratégia de mapeamento bibliográfico dos materiais existentes, buscando uma visualização macro sobre o tema. Assim, foi utilizada a ferramenta bibliométrica VosViewer. Para isso, foi realizada uma busca na base de dados "Web of Science", utilizando palavras relacionadas à pesquisa mundial na área de energias renováveis: "renewable energ* source*" AND "electrical energy". Em um segundo momento as palavras chaves utilizadas para analisar os resultados de pesquisa com publicações de energias renováveis direcionadas a um cenário mundial foram: "renewable energy source*" AND "international".

Em seguida, foram gerados mapas utilizando a ferramenta Vosviewer.

4 ESTUDO DE CASO: O POTENCIAL DO BIOGÁS NO BRASIL

Foi escolhido a geração de energia elétrica a partir de resíduos sólidos, resultando em um biogás, por questão de que é uma matéria prima que recentemente não possuía valor algum, hoje, com o avanço da tecnologia é possível utilizar essa matéria prima, não somente para gerar eletricidade, mas também de incentivar um pensamento mais sustentável na sociedade.

4.1 FUNCIONAMENTO DE UMA USINA DE BIOMASSA

Como exemplo para geração de energia a partir de resíduos sólidos há a primeira usina do interior de São Paulo a gerar energia a partir de resíduos, localizada em Guatapar, a qual começou a gerar energia elétrica no aterro sanitário a partir de biogás, energia obtida das 2,2 mil toneladas de resíduos doméstico recolhidas diariamente em 20 cidades da região de Ribeirão Preto (SP). Essa usina recebeu investimentos na casa de R\$ 15 milhões da empresa Este Energia Renovável. De acordo com o diretor da empresa, Alexandre Alvim, a usina de Guatapar possui capacidade para gerar 4,2 megawatts de energia, suficiente para abastecer uma cidade de 18 mil habitantes (G1, 2014).

A gerao de energia  feita por meio da liberao do gás metano a partir do lixo orgânico em decomposio. A matéria prima  distribuída por mangueiras instaladas em todo Centro de Gerenciamento de Resíduos e conduzida para dutos de captao do gás. Na sequência passa por um processo de limpeza, resfriamento e queima em motogeradores. Após esse processo, a energia  gerada para a distribuidora (G1, 2014).

A Figura 9 ilustra o funcionamento da usina de Guatapar:

Figura 9: Usina de Guatapar



Fonte: G1, 2014.

4.2 CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA

A tabela a seguir mostra o custo médio de energia em MWh nas cinco regiões do Brasil, também é possível ver a variação desse custo nos anos analisados.

Tabela 5: Tarifas Médias por Região (R\$/ MWh)

	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\%$ (2016/2015)	$\Delta\%$ (2016/2012)
Média Brasil	292,85	254,45	276,97	395,00	419,09	6,1	143,1
Norte	321,17	276,68	303,53	372,93	419,75	12,6	130,7
Nordeste	297,09	250,52	269,05	340,00	367,64	8,1	123,7
Sudeste	294,78	260,24	282,22	413,04	441,65	6,9	149,8
Sul	277,23	235,15	264,27	409,28	415,10	1,4	149,7
Centro-Oeste	290,41	257,74	273,63	398,07	419,38	5,4	144,4

Fonte: EPE, 2017.

Em relação a essa variação, a região Sudeste e Sul tiveram aumentos consideráveis nos últimos anos, região Norte que possuía uma energia com custo mais elevado no ano de 2016 ficou atrás somente da região Nordeste.

A tabela a seguir mostra dados pertinentes ao setor privado e público, na qual é possível ver a diferença no custo médio de energia de vários setores.

Tabela 6: Tarifas Médias por Classe de Consumo (R\$/MWh)

	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\%$ (2016/2015)	$\Delta\%$ (2016/2012)
Residencial	333,44	285,24	305,35	419,31	454,29	8,3	36,2
Industrial	257,34	223,19	249,01	335,31	392,83	17,2	52,7
Comercial	307,52	269,85	293,05	403,75	444,67	10,1	44,6
Rural	189,74	167,62	202,56	292,96	325,00	10,9	58,9
Poder Público	333,44	285,24	305,96	384,66	455,23	18,3	38,1
Iluminação Pública	182,54	161,27	178,87	239,69	259,38	8,2	42,1
Serviço Público	236,27	200,56	219,89	327,69	361,73	10,4	63,7
Consumo Próprio	322,51	282,80	308,23	372,46	459,38	23,3	42,4

Fonte: EPE,2017

Pode-se ver que a maior variação nos anos analisados foi da classe de consumo do serviço público seguido pela classe rural.

4.3 CONSÓRCIO ENTRE PEQUENAS CIDADES

Em um estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável elaborado pela PNUD (2010), traz uma série de informações relevantes que podem servir como base para o presente trabalho. Dentre as muitas informações a pesquisa mostra alternativas para Deposição de Resíduos Sólidos em Pequenos Municípios. A alternativa mostrada é a de Consórcios Públicos. O estudo relata a situação atual da deposição de resíduos sólidos em pequenos municípios do Brasil. É indicativo de alternativas de sistemas de gestão integrados, que buscam a sustentabilidade ambiental e econômica, por meio de métodos capazes de transformar os passivos ambientais em benefícios para a sociedade e para o meio ambiente.

Aterros sanitários que atendem a pequenos municípios possuem custo operacional unitário (por tonelada aterrada). É elevado se comparado a aterros que recebem grande volume de resíduos. Com esse alto custo, uma alternativa interessante é a composição de consórcios entre pequenos municípios. Assim, torna-se vantajosa e tende viabilizar financeiramente a gestão de resíduos, visto que o compartilhamento reduz consideravelmente tanto os custos operacionais como os de investimentos iniciais. O ganho de escala alcançado pela operação conjunta de aterros por meio de consórcios, permite o aperfeiçoamento da capacidade técnica, gerencial e financeira e traz melhorias para a prestação de serviços públicos. Entre as principais vantagens do aterro compartilhado estão, PNUD (2010):

- Redução das áreas afetadas pelos aterros, levando a uma solução solidária, compartilhada e regional aos problemas.
- Racionalização do uso de máquinas e equipamentos para operação, o que garante economia de escala.
- Divisão dos custos de instalação e operação entre os municípios interessados.

- Aos municípios que não dão o destino correto dos resíduos, a possibilidade de adesão e aperfeiçoamento da gestão dos resíduos, melhora a qualidade ambiental.
- Facilidade para a obtenção de recursos e a universalização dos serviços.
- Viabilização econômica da instalação de um projeto de captura, queima e geração de energia elétrica, sendo que, quanto maior a quantidade de resíduos orgânicos depositados em um único aterro, maior será a geração de gás metano.

Para assegurar o sucesso de um consórcio que visa o compartilhamento de soluções para problemas comuns dos interessados, devem ser exaustivamente discutidas as obrigações recíprocas entre os consorciados. Os consórcios públicos são uma forma de associação e de coordenação e possuem natureza contratual. São baseados no exercício de competências comuns, podem ter cláusulas de penalização, por não cumprimento do estabelecido ou por prejuízos causados pela saída do consórcio (PNUD, 2010).

O desenvolvimento de consórcios públicos possibilita ainda o preenchimento de requisitos mínimos para garantir a viabilidade financeira de um projeto de recuperação e queima com aproveitamento energético do metano. Junto, os pequenos municípios podem: atingir o mínimo de 350 toneladas de resíduos por dia e manter a operação de acordo com as boas práticas de operação e manutenção (PNUD, 2010).

Dessa maneira, a formação de consórcios é uma saída muito interessante e deve ser incentivada. A junção dos diversos recursos de municípios, a partir da formação de consórcios públicos, com o intuito de solucionar os problemas de gestão de resíduos sólidos urbanos comuns para reduzir, mitigar ou eliminar essa situação de adversidade, tem se mostrado eficiente e pode ser uma boa prática especialmente para municípios com populações inferiores a 100.000 habitantes (PNUD, 2010).

4.4 PANORAMA DA COLETA SELETIVA NO BRASIL, INFRAESTRUTURA NECESSÁRIO PARA UMA USINA DE BIOGÁS

Em 2017, o Brasil gerou 78,4 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). A quantidade coletada foi de 71,6 milhões de toneladas, registrando um índice de cobertura de coleta de 91,2% para o país, deixando de coletar 6,9

milhões de toneladas de resíduos, e que conseqüentemente tiveram destino impróprio. Cerca de 42,3 milhões de toneladas coletadas foram dispostas em aterros sanitários, representando 59,1%. O restante, 40,9% dos resíduos coletados, foram despejados em locais inadequados por 3.352 municípios brasileiros, totalizando mais de 29 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados. Eles não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações, prejudicam a saúde de milhões de pessoas. (ABRELPE, 2017).

Ainda segundo a ABRELPE (2017), os recursos aplicados pelos municípios, em 2017, para fazer frente a todos os serviços de limpeza urbana no Brasil, foram em média de R\$10,37, por habitante, por mês.

A população brasileira apresentou um crescimento de 0,75% entre 2016 e 2017, enquanto a geração per capita de RSU apresentou aumento de 0,48%.

Gráfico 15: Geração de RSU no Brasil



Fonte: ABRELPE, 2017

A geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período, atingiu um total de 214.868 toneladas diárias de RSU no país.

De acordo com a ABRELPE (2017), a região Sul, com 1191 municípios gerou em 2017, a quantidade de 22.429 toneladas/dia de RSU, das quais aproximadamente 95,1% foram coletadas.

Dos resíduos coletados na região, 29,9% correspondentes a 6356 toneladas diárias, foram encaminhados para lixões e aterros controlados.

Gráfico 16: Quantidade de RSU gerados na região Sul



Fonte: ABRELPE, 2017.

Os municípios da região Sul aplicaram em 2017, uma média mensal de R\$ 8,20 por pessoa na coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana.

Para ter uma noção do panorama que se encontra o incentivo dos municípios, em relação à políticas de coleta seletiva, a ABRELPE traz a seguinte tabela:

Tabela 7: Quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva na região Sul

REGIÃO SUL		
COLETA SELETIVA	2016	2017
Sim	1.070	1.078
Não	121	113
TOTAL	1.191	1.191

Fonte: ABRELPE, 2017.

É possível ver que em um ano apenas mais 8 municípios aderiram ao pensamento de coleta seletiva na região Sul.

A utilização do tratamento anaeróbico para os resíduos orgânicos, por sua vez, tem a possibilidade de reduzir ou mitigar os impactos ambientais e socioeconômicos associados ao aterramento indiscriminado do RSU. Segundo “PROBIOGÁS” (2016) é importante ressaltar que:

“o emprego da digestão anaeróbia para o tratamento do RSU atende às diretrizes da PNRS, que determina que sejam descartadas em aterros sanitários apenas as frações do RSU que se enquadrem como rejeitos – materiais que já tiveram esgotadas as possibilidades técnicas e econômicas

de reutilização, reciclagem ou tratamento (BRASIL, 2010a). Trata-se da busca pelo atendimento ao princípio da hierarquia nas ações de manejo dos resíduos, que deve obedecer à seguinte ordem de prioridade: não-geração; redução; reutilização; reciclagem; tratamento e disposição final adequada dos rejeitos”.

O tratamento anaeróbico resulta na produção de biogás, que pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica. Pode-se conseguir ainda o gás natural (GNV), mas para isso é necessário um sistema de purificação para aumentar o percentual de metano no biogás. Uma vantagem bastante grande para usinas de biogás é a possibilidade de recepção e tratamento de resíduos orgânicos originários de outras fontes, como resíduos de indústrias alimentícias locais ou do lodo proveniente de estações de tratamento de esgoto, caracterizando uma central de tratamento de resíduos que se enquadre legalmente à PNRS e responsabilidade ambiental e corporativa (PROBIOGÁS, 2016).

Segundo a PROBIOGÁS (2016) Os resíduos de interesse para a digestão anaeróbica podem ser classificados, quanto à sua origem, em 3 grupos:

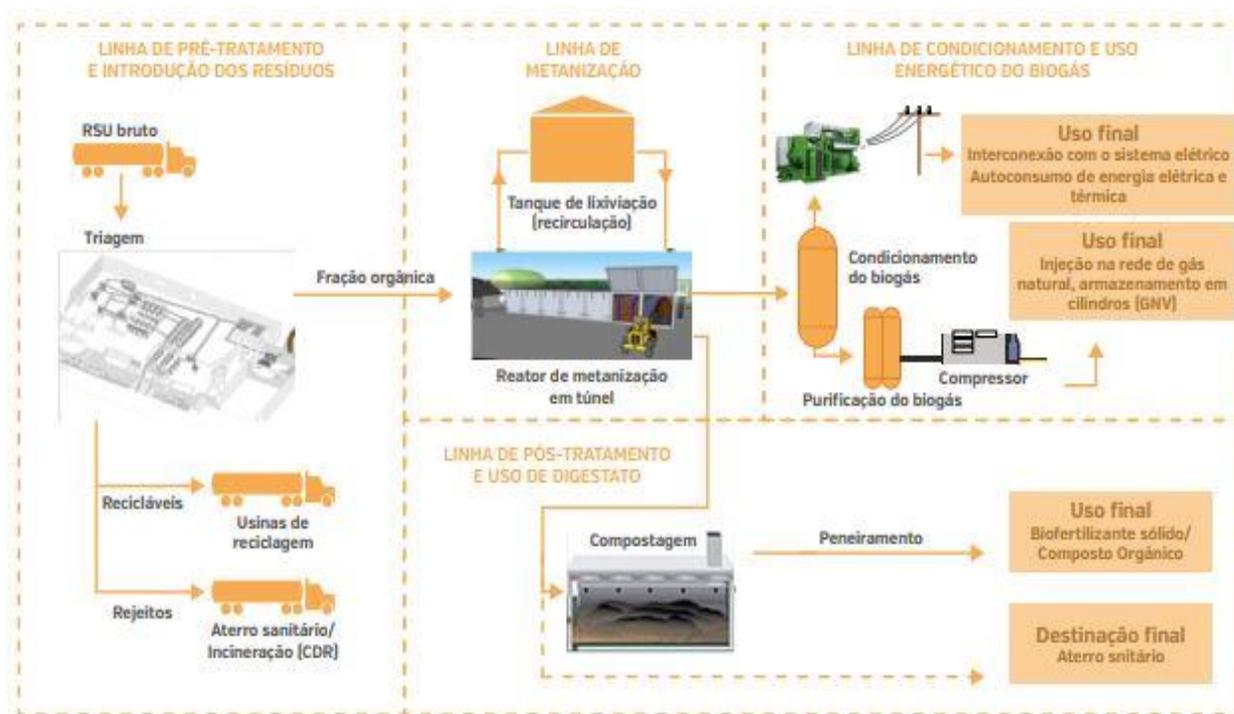
Resíduos sólidos urbanos não segregados na fonte (lixo urbano misturado, bruto);

Fração orgânica dos resíduos domiciliares, quando segregados na fonte e coletados separadamente; e

Resíduos orgânicos de grandes geradores privados (de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços públicos de saneamento básico e industriais) coletados separadamente.

Os componentes tecnológicos de uma planta de biogás para tratamento de RSU podem sofrer variações em função da origem deste substrato e da existência da separação na fonte ou não, o que determina o grau de contaminação de inorgânicos e impurezas em geral. A figura a seguir ilustra o processo de uma planta de produção de biogás a partir da fração orgânica do RSU:

Figura 10: Fluxograma típico de planta de biogás a partir de RSU



Fonte: PROBIOGÁS, 2017.

Quando se trata de RSU o sistema de recepção e pré-tratamento do substrato é bastante complexo, e se enquadra como uma etapa de triagem, com o intuito de recuperar os materiais recicláveis e, assim, separar a matéria orgânica a ser destinada ao tratamento anaeróbico. Por esse motivo, as usinas de biogás para RSU são, na maioria das vezes, denominadas de Plantas de Tratamento Mecânico Biológico (TMB), sendo de fundamental importância a triagem como componente mecânico do sistema. Entre os principais equipamentos utilizados, estão os separadores magnéticos, separadores por correntes de Foucault, separadores balísticos etc. Além da segregação mecânica, as usinas também apresentam uma linha de segregação manual, na qual é feita a separação manual dos materiais recicláveis e encaminhados para usinas recicladoras. Os rejeitos gerados no processo devem ser direcionados à disposição final em aterros sanitários ou utilizados como combustível derivado de resíduos, em sistemas de tratamentos térmicos (PROBIOGÁS, 2016).

Após feito o processo de triagem, o resíduo orgânico é destinado à linha de metanização. É recomendada a utilização do sistema de metanização seco descontínuo, uma vez que não propicia o acúmulo de matérias que permanecem, mesmo após a triagem, no interior do reator, que é constantemente esvaziado. O

material orgânico digerido derivado do reator deve passar por uma etapa de secagem (separação das fases sólida e líquida). A fase sólida deve ser submetida à estabilização final por meio da compostagem, e em caso de uso comercial, como biofertilizantes (PROBIOGÁS, 2016).

O material deve ser peneirado para a retirada de impurezas diversas. Já a fração líquida em caso de não existir escoamento como fertilizante, deve ser direcionada a um sistema de pós-tratamento ou, descartada na rede coletora de esgoto, mediante pagamento dos serviços prestados pela empresa, assim, como a parte sólida não havendo mais possibilidade de aproveitamento deve ser dado o devido destino (PROBIOGÁS, 2016).

4.5 INVESTIMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA USINA DE BIOGÁS

Os investimentos segundo PNUD (2010), são diversos e necessários pois envolvem as etapas necessárias desde a captação do gás, nos maciços de resíduos, até a venda da energia elétrica, por meio de sua transmissão. O sistema necessário para comercialização de energia elétrica e dos créditos de carbono pode ser dividido em cinco etapas:

Quadro 2: etapas para comercialização de energia elétrica e dos créditos de carbono.

Sistema de drenagem	instalação do sistema de drenagem nos lixões é relativo à perfuração dos furos e à instalação dos poços de drenagem vertical no maciço de resíduos. Considerou-se uma profundidade média de 25 metros e um espaçamento, entre drenos, de 25 metros.
Captação, bombeamento ou sucção	I) licenciamento e alvarás; II) projeto executivo; III) obras civis; IV) sistema de tubulações; V) adaptação de poços de captação; VI) sistema de automação e controle; VII) tubulações de água gelada e cargas iniciais de glicol; VIII) trocadores de calor; IX) medidores de vazão tipo pitot (principal e secundários); X) tubulações de aço carbono; XI) instrumentos de medição de pressão e temperatura; XII) chiller; e os xiii) os queimadores.
Geração de energia elétrica	i) construção civil, galpões ou containers para acondicionamento dos motores (incluindo projeto executivo e gerenciamento); ii) motogeradores; iii) painéis de proteção e controle (sincronização com a rede); iv) painéis auxiliares; v) sistemas de gerenciamento e supervisão dos motores, ventilação e exaustão de ar; vi) sistema de refrigeração da água dos motores; vii) sistema de abastecimento e filtragem de óleo; viii) transformadores auxiliares; e ix) seccionadoras para a conexão com a rede.
Transformação e transmissão	i) a implantação de redes de distribuição e transmissão; ii) seccionadoras; iii) transformadores; iv) medidores de energia elétrica; e v) sistema de tele proteção.
Projeto de crédito de carbono	Os investimentos relacionados à certificação de créditos de carbono, quando considerados juntamente com a modelagem de geração de energia elétrica por meio do biogás, se resumem aos custos de elaboração, trâmite e aprovação de projeto junto à ONU no âmbito do MDL.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2019.

4.6 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS PARA OBTENÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Segundo dados da (ABRELP, 2014) a geração de lixo avançou cinco vezes mais em relação ao crescimento populacional de 2010 a 2014, no Brasil. Porém, 38% dos brasileiros (78 milhões de pessoas) não são beneficiados com acesso de serviços de tratamento e destinação correta e adequada dos resíduos.

A destinação dominante apurada pela pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB,2014) do material coletado tem sido em aterros controlados e sanitários, mas ainda assim, grande parte é depositada em lixões.

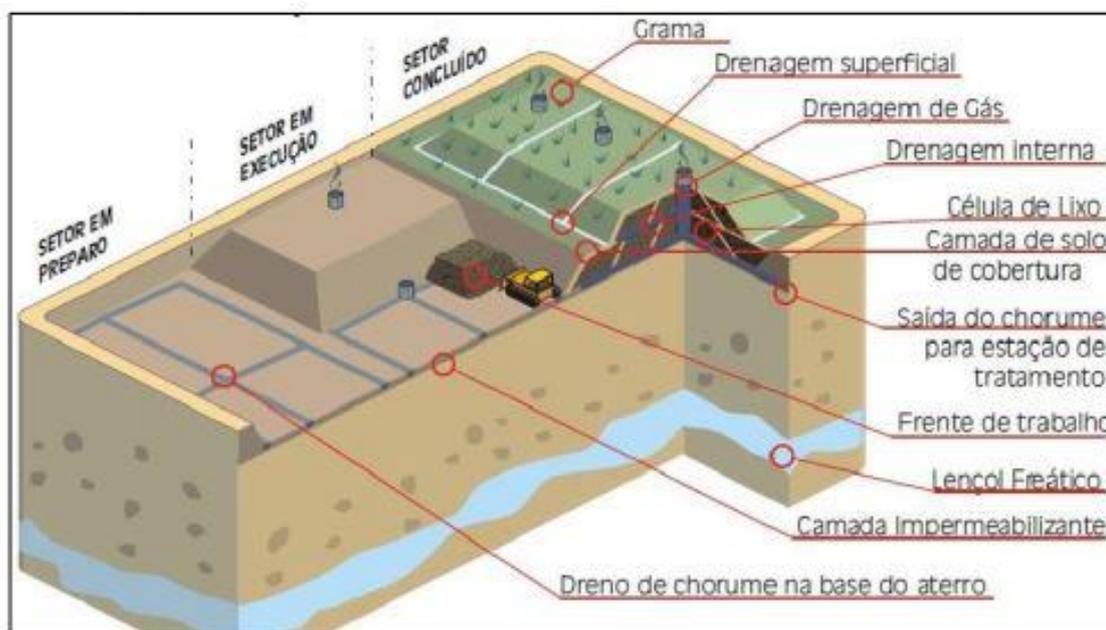
Essa fonte ainda tem custos elevados para a produção de energia, mas é fundamental salientar a importância, além da produção de energia em si, as questões sociais, regionais e ambientais (EPE, 2014).

Nesse cenário, incentivos públicos para a elaboração e implantação de projetos de recuperação e queima de biogás são totalmente justificáveis, com um pensamento de desenvolvimento sustentável. Para a concepção e viabilização desses projetos, as prefeituras, a quem compete a prestação de serviços de limpeza urbana e a coleta dos resíduos sólidos urbanos, podem explorar diretamente a atividade de geração de energia elétrica a partir do biogás, tornando-se ativas nesse empreendimento. A partir de processo legal, podem ser feitas licitações para dar a terceiros o direito de praticar essa atividade utilizando os resíduos sólidos. Ao município, nesse caso, fica restrito apenas, o papel de fornecer o direito de exploração por terceiros, dos resíduos sólidos ou da fração orgânica desses resíduos. A concessão, autorização ou permissão dos serviços de eletricidade, entre os quais se inclui a geração de energia elétrica, compete a União. Se for feita a concessão a terceiros, ou se o município for o empreendedor para a produção de eletricidade, em uma usina térmica movida a biogás, podem organizar-se como autoprodutor ou produtor independente de energia (PNUD, 2010).

Com o propósito de geração de biogás, a opção mais interessante é a utilização de aterros sanitários, os quais possuem capacidade de captação dos gases liberados (FIGUEIREDO, 2007).

Na Figura 11 a seguir podem ser vistas as divisões de um aterro sanitário.

Figura 11: Corte esquemático de um aterro sanitário.



Fonte: Costa, I.P; Abreu, Y.V, (2018).

Para que o meio ambiente não seja comprometido, durante a projeção do aterro, são realizados estudos geológicos e topográficos para selecionar a área a ser destinada. A impermeabilização do solo é construída por meio de camadas de argila e uma geomembrana de polietileno de alta densidade, evitando infiltração dos líquidos percolados (chorume) no solo (FIGUEIREDO, 2007).

O lixo é colocado sobre o aterro e depois é coberto com camadas do solo do próprio local, deixando-o isolado do meio ambiente. Formando-se então câmaras, por meio das quais é produzido e liberado o chorume. O chorume é captado por tubulações e liberado para tanques de tratamento, com o intuito de evitar o excesso de água da chuva. São colocados tubos ao redor do aterro, que conduzem a água para lagos nos quais aguardam futura utilização. (FIGUEIREDO, 2007).

Os gases liberados durante a decomposição dos resíduos podem ser utilizados como fonte de energia. O local de instalação do aterro necessita ser minuciosamente escolhido, deve conter grandes dimensões e, por conta de alguns inconvenientes como mau cheiro, tráfego de caminhões de lixo, é importante que esteja localizado longe de concentrações urbanas (FIGUEIREDO, 2007).

4.7 POTENCIAL DO BIOGÁS

Assim como os gases puros, as características do biogás dependem da temperatura e da pressão, variando com elas e com o teor de umidade. Se tratando de geração de energia através de gases, é importante conhecer seu volume, seu poder calorífico e a própria umidade. O poder calorífico do biogás bruto é em torno de 6 kWh/m³ aproximadamente meio litro de óleo diesel, e com o gás purificado 9,5 kWh/m³. O poder calorífico líquido, entretanto, depende da eficiência dos equipamentos empregados no uso energético do gás (SILVA et al., 2015).

O poder calorífico, no processo de comparação com outros combustíveis, não é um bom indicador, porque não leva em conta a eficiência de combustão que se deve considerar para cada caso. Porém, combinando a eficiência que geralmente é alcançada com os poderes caloríficos, é possível saber a fração realmente aproveitável e uma comparação adequada aos diversos combustíveis, também a equivalência do biogás a outras fontes caloríficas (ABREU, COSTA, 2017). Conforme a tabela 13 cada metro cúbico de biogás equivale a uma determinada quantia de outro combustível. Os dados presentes na tabela 13 levam em conta não apenas o poder calorífico, como também, a eficiência média de combustão, variável em cada caso.

Tabela 8: Equivalências energéticas entre 1m³ de biogás com outras fontes caloríficas

ENERGÉTICO	Ferraz & Mariel (1980)	Sganzerla (1983)	Nogueira (1986)	Motta (1986)	Santos (2000)
Gasolina (L)	0,61	0,613	0,61	0,7	0,6
Querosene (L)	0,58	0,579	0,62	–	–
Óleo Diesel (L)	0,55	0,533	0,55	–	0,6
GLP (kg)	0,45	0,454	1,43	0,4	–
Álcool (L)	–	0,79	0,8	–	–
Carvão Mineral (kg)	–	1,538	0,74	–	–
Lenha (kg)	–	1,428	3,5	–	1,6
Eletricidade (kWh)	1,43	–	–	1,25	6,5

Fonte: Adaptado de ABREU, COSTA, 2012.

A biomassa, como fonte para geração de energia elétrica tem papel de destaque devido ao seu potencial em termos de natureza, origem, tecnologia de conversão e produtos energéticos (FLORES, 2014).

4.8 VANTAGENS PARA O MUNICÍPIO

O biogás é considerado uma alternativa bastante eficiente e barata aos recursos fósseis. Segundo estudos feitos pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em vinte anos, o potencial energético poderá chegar a 500 megawatts, seria suficiente para contemplar uma população em torno de 3,2 milhões de pessoas. (PENSAMENTO VERDE, 2019)

O potencial econômico dessa fonte é muito grande. Dependendo do tamanho da produção de energia, pode vir a ser um investimento muito bom para a prestadora. Esse meio de geração de energia, pode trazer muitas vantagens para a localidade onde está sendo instalada. Certamente ajuda no desenvolvimento da região por ser um atrativo para indústrias, além de desenvolver a comunidade local, com a utilização de mão de obra da região para atuar na operação e manutenção. Estimula a consciência ambiental para o descarte correto dos resíduos o que colabora para a preservação do meio ambiente. Também conscientiza a população a respeito do consumo consciente de energia e a necessidade de utilização de energias renováveis. Acredita-se que a principal vantagem é em relação ao meio ambiente, pois, é utilizado o metano, principal causador do efeito estufa. Utilizado esse gás diminui-se os efeitos causados pela sua liberação, na atmosfera. Outra grande vantagem dentre as citadas é a decomposição dos materiais orgânicos que servem de matéria prima diminuindo a quantidade de resíduos sólidos despejados em lixões.

4.9 DESVANTAGENS

Além das inúmeras vantagens, também é possível ver desvantagens dessa produção de energia. A alta concentração do gás metano, no biogás, acaba trazendo malefícios ao meio ambiente com sua poluição, mesmo que em menores proporções. O subaproveitamento dos gases, durante o processo de produção, é outro ponto negativo. De acordo com dados, o grau de aproveitamento do biogás para a geração

de energia em aterros sanitários é de 75%. O restante é liberado para a atmosfera (PENSAMENTO VERDE, 2019).

No Brasil, por motivo da sua matriz elétrica ser predominantemente hídrica, não existiam incentivos para novas formas de fontes de energia elétrica. Aliás, o setor privado mostrou pouco interesse em tais investimentos, por conta de uma série de questões: elevado custo de capital nacional, limitada capacidade para o desenvolvimento de projetos de financiamento externo, limitadas fontes de pesquisas tecnológicas e restrições de barreiras regulatórias, principalmente porque as fontes renováveis (que é o caso do biogás) na maioria das vezes transitam por diversos âmbitos da administração pública (PNUD, 2010).

4.10 POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE BIOGÁS EM RIO AZUL-PR

Com o pensamento de aproveitar os resíduos gerados pela população, essa pesquisa levanta a hipótese de instalação de uma usina de geração de energia elétrica a partir do biogás na cidade de Rio Azul-PR.

Rio Azul é uma cidade do Estado do Paraná, na qual os habitantes se chamam Rioazulenses. O município se estende por 629,8 km² e de acordo com o último censo (2010) contava com 14 093 habitantes, com densidade demográfica de 22,38 hab/km². Segundo o IBGE a população estimada em 2018 é de 15 134 pessoas.

Vizinho das cidades de Mallet, Rebouças, Irati e São Mateus do Sul (as principais), ainda faz divisa com, Inácio Martins e Cruz Machado. Rio Azul situa-se a 32 km a Sul-Oeste de Irati a maior cidade nos arredores (CIDADE-BRASIL, 2019).

Para se tornar mais visível a localização em relação a posição geográfica e as cidades vizinhas, utiliza-se a Figura 12 a seguir:

Figura 12: Posição de Rio Azul em relação a seus vizinhos

Fonte: CIDADE-BRASIL, 2019

Na Tabela 9 a seguir é possível observar a distância das cidades mais próximas a Rio Azul.

Tabela 9: Municípios vizinhos de Rio Azul

Cidades	Distância (Km)
Rebouças	16,4
Mallet	17,8
Irati	31,8
Inácio Martins	33,1
Paulo Frontin	36
Fernandes Pinheiro	42,6
São Mateus do Sul	44,6

Fonte: Adaptado de CIDADE-BRASIL, 2019.

A respeito das cidades vizinhas a Tabela 10 a seguir traz o número de habitantes de acordo com a estimativa do IBGE 2018.

Tabela 10: Número de habitantes das cidades vizinhas

Cidades	População (Pessoas)
Rebouças	14.851
Mallet	13.595
Irati	60.357
Inácio Martins	11.129
Paulo Frontin	7.321
Fernandes Pinheiro	5.690
São Mateus do Sul	45.806

Fonte: Aatoria Própria, 2019.

Dentre as cidades vizinhas a maior é Irati seguida por São Mateus do Sul, com 45.806 pessoas.

Rio Azul é uma cidade que tem sua economia gerada predominantemente a partir da agricultura. A maioria de sua população vive no interior da cidade. Segundo dados obtidos na prefeitura da cidade, conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que teve sua última atualização efetuada em 2010, seguem os seguintes dados:

Tabela 11: População

ANO	RIO AZUL	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL
1991	12.406	3.206 (25,84%)	9.200 (74,16%)
2000	13.023	4.334 (33,28%)	8.689 (66,72%)
2010	14.093	5.012 (35,56%)	9.081 (64,44%)

Fonte: Adaptado de PMSB, 2019.

Nota-se que Rio Azul vem passando por um processo de urbanização que fez o município sair de uma taxa de urbanização de 25,84% em 1991 para 35,56% em 2010.

Tomando como base os dados acima, e fazendo uma estimativa que a urbanização ocorra com a mesma taxa (2,28%) chegando a 37,84%, em 2020 a população Rioazulense urbana será de 5.690 pessoas.

Ainda, de acordo com dados coletados na Prefeitura da cidade, a Tabela a seguir traz dados referentes à quantidade de resíduo orgânico coletado no quadro urbano.

Tabela 12: Produção de resíduo orgânico

Ano	Soma anual (ton/ano)	Média mensal (ton/mês)
2012	839,25	69,24
2013	1045,97	87,16
2014	1065,64	88,8
2015	1124,41	93,7
2016	993,49	82,79
2017	1059,17	88,26
2018	1138,41	94,87
2019	401,96	100,49

Fonte: Autoria própria, 2019.

Os dados do ano de 2019 referem-se somente aos meses de janeiro, fevereiro, março e abril. Em comparação com a média mensal dos outros anos, já houve um acréscimo. Também é possível observar que a produção de resíduo orgânico vem crescendo gradativamente, apenas em 2016 e 2017 teve uma pequena diminuição, na quantidade gerada.

A região em que o município de Rio Azul está situado é uma região altamente agrícola. Por essa razão utiliza-se a taxa de urbanização de 37,84%, que é a simulação da taxa da população urbana de Rio Azul em 2020. Na perspectiva que a população urbana das cidades vizinhas, em questão, pelas suas características semelhantes, apresenta-se para elas a mesma tendência de urbanização. Para conferir as informações acima, atente à tabela abaixo:

Tabela 13: População Urbana das cidades vizinhas a Rio Azul.

Cidades	População (Pessoas)	População Urbana
Rebouças	14.851	5.620
Mallet	13.595	5.144
Irati	60.357	22.839
Inácio Martins	11.129	4.211
Paulo Frontin	7.321	2.770
Fernandes Pinheiro	5.690	2.153
São Mateus do Sul	45.806	17.333

Fonte: Aatoria Própria, 2019.

Se somada a estimativa da população urbana de Rio Azul juntamente com a estimativa da população urbana das cidades vizinhas obtém-se um total de 65.761 pessoas que residem no quadro urbano das cidades.

De acordo com a Tabela 12 Rio Azul em 2018 coletou no quadro urbano 1138,41 toneladas de resíduo orgânico, com uma estimativa de população total de 15 134 pessoas segundo o IBGE. Com base na estimativa da taxa de urbanização de 37,84%, um total de 5 272 pessoas, presentes no quadro urbano da cidade, produziram, em média, 0,21 toneladas de resíduo orgânico por pessoa, coletado em 2018.

Com a média de resíduo orgânico coletado, por pessoa, da cidade de Rio Azul é possível projetar a geração de resíduo orgânico, coletado nas cidades vizinhas, que será mostrado na tabela a seguir:

Tabela 14: Estimativa de resíduo orgânico coletado nas cidades vizinhas

Cidades	População Urbana	Média de lixo orgânico (ton/ano)
Rebouças	5.620	1180,12
Mallet	5.144	1080,31
Irati	22.839	4796,21
Inácio Martins	4.211	884,35kg
Paulo Frontin	2.770	581,76kg
Fernandes Pinheiro	2.153	452,15kg
São Mateus do Sul	17.333	3639,93

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Se somada a estimativa de coleta anual de resíduos orgânicos das cidades descritas acima, juntamente com Rio Azul obtém-se um total de 13753,24 toneladas por ano, de lixo, coletadas.

O trabalho desenvolvido por (G, R, C. L, et al..) intitulado de Energia de Resíduos Sólidos Como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, trabalho que teve o propósito de estudar analisar o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos, para geração e conservação de energia.

Segundo esse estudo, a região analisada gera 16 800 toneladas de resíduos orgânicos anualmente, que gerariam 192 KWh/t de resíduos orgânicos, por ano, o que soma 3226 MWh, gerados por ano.

Em relação aos dados, descritos no estudo de Energia de Resíduos Sólidos Como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, a geração de energia a partir das suas 13753,24 toneladas, por ano, de resíduo orgânico coletado na região de Rio Azul seria capaz de produzir 157,17 KWh/t, dando um total de 2640,9 MWh, por ano.

Para melhor compreensão, segue a Tabela 15.

Tabela 15: Quantidade de energia gerada

	Estudo de Caso	Região de Rio Azul
Resíduo Orgânico (ton)	16 800	13 753,24
KWh/t	192	157,17
MWh	3226	2640,9

Fonte: Autoria Própria, 2019.

A Tabela 15 auxilia na demonstração da possível quantidade de energia gerada na Região de Rio Azul, se utilizada toda matéria prima (resíduos orgânicos) coletados nas cidades citadas.

4.11 DISCUSSÃO

4.11.1 Prós e contras

Com os dados acima e a necessidade de pensamentos socioambientais, a Lei Nacional de Resíduos Sólidos (12.305/2010) estabelece que a partir de 2014, somente os rejeitos sem viabilidade econômica para a recuperação, cujos materiais, com suas possibilidades técnicas e econômicas de utilização e tratamento esgotadas, devem ser depositados em aterros sanitários. Ainda de acordo com a norma, os lixões a céu aberto e aterros controlados devem ser fechados.

A produção de energia elétrica, a partir da digestão anaeróbica de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), aponta duas características marcantes. Uma delas é a necessidade de se efetuar a coleta e o transporte para concentrar os RSUs, sabendo que o conteúdo energético, por unidade de volume, se mostra baixo. A segunda característica é o poder de economia de escala que esse tipo de produção apresenta: o investimento por unidade de insumo cai e as eficiências de conversão aumentam com a capacidade.

4.11.2 Dificuldades

Para diminuir as dificuldades no que se refere à transformação, o tratamento dos resíduos é imprescindível para a geração do biogás, pois por meio dele corrigem-se propriedades naturais, de modo a atender às especificações técnicas dos equipamentos de conversão de energia. Atualmente, os diferentes processos removem aqueles componentes que não são combustíveis (como por exemplo gás carbônico, ácido sulfídrico e água), assim, aumenta o poder calorífico, e, conseqüentemente, a eficiência dos processos de conversão do biogás em energia. A presença de vapor d'água, gás carbônico e de gases corrosivos no biocombustível, *in natura*, mostra-se o principal problema para a viabilização do armazenamento, transporte, purificação e produção de energia.

Com referência à instalação e comercialização, concessionárias da energia gerada a partir do biogás, que é conhecido como Ambiente de Contratação Regulado, os agentes de distribuição adquirem a energia elétrica por meio de leilões públicos, promovidos pela ANEEL. Essa operação, em posse da energia, é regularizada pela CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica). Outra alternativa é a venda sem intermediários ao consumidor final, conhecido por Ambiente de Contratação Livre, os agentes geradores (sejam produtores independentes, autoprodutores, comercializadores ou importadores) atuam por intermédio de contratos bilaterais.

No que se refere à geração de energia limpa, o poder público vem incentivando a produção da mesma. Com o suporte do mercado livre os consumidores podem comprar energia alternativa para o suprimento da concessionária local, porém, utilizando-se da rede de distribuição dela. Geralmente, a energia é comercializada a preços mais competitivos, com custos reduzidos entre 10% e 30%. Desde o ano de 2007, encontra-se estabelecido o direito de redução de 100% nos valores das tarifas de eletricidade para empreendimentos, cujos insumos energéticos compreendam ao menos 50% de biogás, sejam eles procedentes de: aterros sanitários ou biodigestores de resíduos vegetais e animais, além de biomassa oriunda de resíduos sólidos urbanos ou de lodos de estações de tratamento de esgoto. Além desse incentivo, a legislação estabelece que as empresas concessionárias, permissionárias ou autorizadas de distribuição, transmissão e geração de energia elétrica, devem anualmente aplicar um percentual da receita operacional líquida no Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor.

4.11.3 Tamanho de indústria

De acordo com a regulação e controle da ANEEL juntamente com o apoio da CCEE, a venda de eletricidade oriunda de usinas de biogás, pode ser efetuada via concessionárias de distribuição ou diretamente ao consumidor final. Se a capacidade de fornecimento de energia excedente supera 5MW, o produtor está autorizado a comercializá-la, caso seja menor que 5MW, a energia entra no sistema de compensação, a qual entra direto na rede de distribuição e em retorno o ofertante recebe um crédito a ser consumido num prazo de 60 meses pelo volume ofertado.

4.11.4 Legislações existentes para dar suporte

Em meados de 2003, o governo federal brasileiro deu início a um novo modelo para o setor elétrico nacional, o qual serviu para criar a instituição responsável pelo planejamento, a longo prazo, do segmento, chamado de Empresa de Pesquisa Energética – EPE. A EPE avalia constantemente a segurança de suprimento, por meio do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), também alavanca as atividades do Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE), de forma interligada à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

No Paraná, durante seu breve governo, a governadora Cida Borghetti assinou a lei que institui a Política Estadual do Biogás e Biometano no Paraná (Número 19.500/2018). A iniciativa faz parte do Programa Paranaense de Energias Renováveis.

4.11.5 Políticas fora do Brasil

Assim como no Brasil, a utilização de usinas de biogás para geração de energia elétrica vem crescendo gradativamente, outros países estão, cada vez mais, utilizando esse meio para obtenção de energia. A Finlândia, no ano de 2013, inaugurou a maior usina de biogás do mundo a qual utiliza restos de corte das árvores para produzir gás combustível, com capacidade de produção de 140 megawatts.

A Alemanha contempla dois terços da produção total de energia, a partir do biogás. Programas de subsídios favoráveis, fazem com que países da Europa, como Itália, República Tcheca dominem o cenário dessa fonte de geração de energia.

A fundamentação para discussão (item 4.11) foi baseada no texto “Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o estado do Paraná”.

5 CONCLUSÃO

Todos os problemas relacionados ao meio ambiente que o presente trabalho mostrou, questões relacionadas à geração de energia elétrica, são, sem dúvida, uma parcela da economia que necessita de fortes investimentos.

As fontes de energias renováveis, atualmente, vêm ganhando destaque no mundo todo. No Brasil, políticas de sustentabilidade, ações governamentais com intuito de alavancar e incentivar a produção de energia, a partir de fontes renováveis poderão evitar problemas futuros.

A geração atual não pode apenas produzir, deve haver um pensamento socioambiental responsável, interessado e envolvido no aproveitamento de recursos (resíduos), utilizados para a produção de energia, também com resultados financeiros positivos. Mostradas as fontes de energias renováveis com maior utilização no mundo, o presente trabalho, em sua fase de desenvolvimento, levantou dados a respeito de uma possível instalação de Usina de Biomassa na cidade de Rio Azul – PR.

Resíduos sólidos orgânicos utilizados na produção de energia elétrica são importantes economicamente, socialmente e ambientalmente. Com base no conhecimento de que feita a destinação correta da matéria prima, a tecnologia utilizada para a produção, já está disponível, e pode se tornar um empreendimento rentável.

Economicamente, é utilizado material que seria descartado para produzir energia elétrica e beneficiar a população. Socialmente, como não necessita de uma mão de obra qualificada, pode empregar pessoas que não tiveram oportunidades de acesso à maior escolaridade e conhecimento. Com ações concretas em relação à preocupação ambiental, toneladas de resíduos que, possivelmente, seriam descartadas de maneira incorreta causando males sociais e ambientais, acabam aproveitadas e aplicadas na evolução e desenvolvimento de uma região sem gerar estragos à natureza.

O incentivo do governo pode ser comprovado em ações relacionadas ao tema pela Lei que institui a Política Estadual do Biogás e Biometano no Paraná. Isso leva a crer que se está no caminho, em direção a um desenvolvimento mais sustentável, com pensamento voltado à sociedade e ambientalmente correto.

Apesar de Rio Azul – PR estar situado longe de centros maiores, e conseqüentemente não existe alta produção de resíduos sólidos orgânicos, como

mostram os dados presentes no desenvolvimento desse trabalho. Nesse caso seria necessário o envolvimento regional de gestores. Se a coleta dos resíduos sólidos for realizada com base em uma gestão eficiente e compartilhada, em Rio Azul e região, será possível aproveitar o potencial energético do biogás e conseqüentemente contribuir com alternativa sustentável para a geração de energia elétrica, com estimativa de geração de 2640,9 MWh, por ano.

Uma solução para instalação de um sistema para geração de energia em aterro sanitário que possui um custo elevado, é fazer parceria público/privada como já mencionado nesse trabalho. Assim, divididos os custos, a instalação poderia tornar-se mais viável. A opção seria uma solução que certamente viria diminuir os problemas provocados pela emissão de metano, com redução da emissão de gases causadores do efeito estufa.

A contribuição deste trabalho, portanto, é a possibilidade de geração de energia elétrica a partir de resíduos orgânicos coletados de pequenas cidades no estado do Paraná.

Limitações do trabalho: são as projeções feitas com os dados obtidos do IBGE (2010) para avaliar a quantidade de resíduo coletado das cidades vizinhas a Rio Azul, levando a uma estimativa de geração e não a um número exato.

Esse trabalho sinaliza possibilidades para outros possíveis trabalhos, como por exemplo analisar a viabilidade econômica de uma Usina de Biomassa em Rio Azul – PR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2017**. Rio de Janeiro: ABRELPE, 2017. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2019.

ABREU, V, Y. COSTA, P, I. **ESTUDO SOBRE A POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE RESÍDUOS DE SANEAMENTO (LIXO, ESGOTO)**. Revista Desafios, 2017

AECWEB – **Aproveitamento do lixo na geração de energia ajuda a reduzir impactos ambientais**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/aproveitamento-do-lixo-na-geracao-de-energia-ajuda-a-reduzir-impactos-ambientais_12418_10>. Acesso em: 15 de mai de 2019.

AGÊNCIA MUNICIPAL DE ENERGIA DE ALMADA (AGENEAL). **Energias Não Renováveis**. Set. 2018. Disponível em: <<http://www.ageneal.pt/content01.asp?BTreeID=00/01&treeID=00/01&newsID=7>>. Acesso em 14 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: ANNEL, 2008. p. 129-140. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap6.pdf>. Acesso em 12 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANNEL, 2005. p. 29-42. Disponível em:< [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf)>. Acesso em 12 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: ANNEL, 2008. p. 49-60. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>>. Acesso em 12 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: ANNEL, 2008. p. 63-73. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>>. Acesso em 12 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANNEEL, 2005. p. 93-109. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf)>. Acesso em 15 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANNEEL, 2005. p. 111-117. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/07-petroleo\(2\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/07-petroleo(2).pdf)>. Acesso em 15 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Biomassa**. In: set. 2018. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap4.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Carvão Mineral**. In: set. 2018. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Energia Hidráulica**. Set. 2018. Disponível em: <www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap3.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Energia Solar**. Set. 2018. Disponível em : <[www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf)>. Acesso em: 08 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Gás Natural**. set. 2018. Disponível em: <www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 09 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Petróleo**. Set. 2018. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/07-petroleo\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/07-petroleo(2).pdf)>. Acesso em: 09 set. 2018.

ALBUQUERQUE, C. 2018. **Resumo sobre a Revolução Industrial**. Disponível em: <<https://www.estudopratico.com.br/resumo-sobre-a-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 03 out. 2018.

ALMEIDA, J. A. J. **P&D No setor elétrico brasileiro: Um estudo de caso na companhia hidroelétrica do São Francisco**. 2008. – UFPE. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/4441>>. Acesso em 15 set. 2018.

ALVES, J. E. D. **O crescimento da energia eólica no mundo em 2017**. set. 2018. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2018/02/19/o-crescimento-da-energia-eolica-no-mundo-em-2017-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>>. Acesso em 15 set. 2018.

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA). **Energia Eólica**. In: set. 2018. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf)>. Acesso em: 15 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **Boletim Anual de Geração Eólica**: 2017. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/04/Boletim-Anual-de-Geracao-2017.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO DA ENERGIA GEOTÉRMICA (ALAGER). Set. 2018. Disponível em: <<http://www.geo-energy.org/>>. Acesso em 14 set. 2018.

BIOMASSA BR. Energias renováveis. **O que é biomassa**. Disponível em: <<http://www.biomassabr.com/bio/biomassabr.asp>>. Acesso em 14 set. 2018.

BIRNFELD, A. **Estudo sobre as opções tecnológicas em energia renovável para aplicação da região Oeste de Santa Catarina**. UNOESC, MBA EM GESTÃO ESTRATÉGICA DE NEGÓCIOS, Videira, 2014. Disponível em: <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Monografia-Aline-Birnfeld.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

BLOOMBERG. New Energy Outlook 2015: **Long Term projectons of the global energy sector**. Junho de 2015. Disponível em: <<https://www.bnef.com/dataview/newenergy-outlook/index.html>> Acesso em: 01 out. 2018.

BP Global – Disponível em : <<https://www.bp.com/>>. Acesso em: 15 set. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Bandeiras tarifárias**. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>>. Acesso em: 15 set. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 2.003 de 10 de setembro de 1996.** Regulamenta a produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4613.htm>. Acesso em 08 set. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 2.655, de 2 de julho de 1998.** Regulamenta o Mercado Atacadista de Energia Elétrica, define as regras de organização do Operador Nacional do Sistema Elétrico, de que trata a **Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998**, e dá outras providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2655.htm>. Acesso em 08 set. 2018.

BRASIL. **Decreto-lei Nº 24.643**, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Lex: coletânea de legislação: edição federal, Rio de Janeiro, 1934 Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em 08 set. 2018.

BRASIL. **Lei n. 10.438**, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.389-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de 1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10438.htm>. Acesso em 15 set. 2018.

BRASIL. **Lei n. 9.074**, de 7 de julho de 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9074cons.htm>. Acesso em 08 set. 2018.

BRASIL. **Lei n. 9.427**, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9427cons.htm>. Acesso em 08 set. 2018.

BRASIL. **Lei n. 9.478**, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9478.htm>. Acesso em 08 set. 2018.

BRASIL. **Lei n. 9.478**, de 6 de agosto de 1997. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Disponível em:<
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9427cons.htm>. Acesso em 08 set. 2018.

BRASIL. **Lei n. 9.648**, de 27 de maio de 1998. Altera dispositivos das Leis nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, nº 9.074, de 7 de julho de 1995, nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências. Disponível em:<
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9648cons.htm>. Acesso em 08 set. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Energia eólica no Brasil e no Mundo**. Disponível em:<
[http://www.mme.gov.br/documents/10584/3894319/Energia+E%C3%B3lica+-+ano+ref++2015+\(3\).pdf/f5ca897d-bc63-400c-9389-582cd4f00ea2](http://www.mme.gov.br/documents/10584/3894319/Energia+E%C3%B3lica+-+ano+ref++2015+(3).pdf/f5ca897d-bc63-400c-9389-582cd4f00ea2)>. Acesso em 15 set. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energéticas (EPE). **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Disponível em:<
www.cogen.com.br/content/upload/1/.../Solar/Solar.../NT_EnergiaSolar_2012.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

CAMARGO, L. G. B. C. **O setor elétrico brasileiro e sua normatização contemporânea**. Santos, UNISANTOS, Centro de Ciências Jurídicas e Sociais Aplicadas – Curso de Direito 2005. Disponível em:
http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876412/Monografia_Luiz_Gustavo.pdf/d997ce00-7c36-4c8f-82d9-020a58f6902b. Acesso em: 15 set. 2018.

CAMPOS, C. J.G. 2004. Método de análise de conteúdo: **ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde**. p.612. Rev. bras. enferm. vol.57 no.5 Brasília Sept./Oct. 2004.

CAREGNATO; MUTTI, 2006. Pesquisa qualitativa: **Análise de discurso versus análise de conteúdo**. p.682 . Florianópolis.

CAUS, T. R; MICHELS, A. **Energia Hidrelétrica: Eficiência na Geração** – Santa Maria, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/1380>>. Acesso em: 11 set. 2018.

CIDADE-BRASIL – **Município de Rio Azul**. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-rio-azul.html>>. Acesso em: 24 de mai de 2019.

CLEAN ENERGY LATIN AMERICA (CELA). **Congresso de GD: Modelos de Negócios**. São Paulo. 2016. Disponível em: <http://www.zonaeletrica.com.br/bsp/apresentacoes/plenaria2/Modelos_de_Negocio_GD_CELA.pdf> acessado em Outubro/2016>. Acesso em 16 set. 2018.

COLNAGO, G. R. **Contribuição para Otimização de Turbinas em Usinas Hidrelétricas: Especificação e Operação**. Glauber Renato Colnago. --Campinas, SP: [s.n.], 2011. Campinas 2011. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/264446/1/Colnago_GlauberRenato_D.pdf>. Acesso em: 11 set. 2018.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Alternativas Energéticas: uma visão Cemig**. Belo Horizonte: Cemig, 2012. Disponível em:<<https://www.solenerg.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Alternativas-Energ%C3%A9ticas-Uma-Visao-Cemig.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2018.

CUBEROS, F. L. **Novo modelo institucional do setor elétrico brasileiro: análise dos mecanismos de mitigação de riscos de mercado das distribuidoras**. 2008. /F.L. Cuberos. - ed. Rev. – São Paulo, 2008. 119 p. Disponível em: <www.teses.usp.br/.../Dissertacao_de_Mestrado_Fabio_Cuberos_Ed_Rev_Final.pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.

DataSebrae, 2018. Energia Elétrica. **Informações sobre o consumo de energia elétrica dos pequenos negócios**. Disponível em: <<http://datasebrae.com.br/energia-eletrica/>> Acesso em: 10 set. 2018

EIA (ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION). **Today in energy**. 2015. Disponível em: <<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=4390>>. Acesso em: 16 set. 2018.

ELETRONUCLEAR. **A Eletrobrás Eletronuclear**. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/AEmpresa.aspx>> Acesso em: 10 set. 2018.

Empresa de Pesquisa Energéticas (EPE). **Fontes de energia**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>>. Acesso: 13 set. 2018.

ENERGIAS RENOVÁVEIS - **As energias renováveis são nosso futuro**. Disponível em: <<https://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/biomassa/>>. Acesso em: 15 de mai de 2019.

Energias Renováveis 2016: **Relatório da Situação Mundial**. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/11/REN21_GSR2016_KeyFindings_port_02.pdf>. Acesso em 13 set. 2018.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Inventário Energético dos Resíduos dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro, 2014.

FERREIRA SILVA T. C.; RIETOW. J. C.; COELHO. S. T.; POSSETTI. G. R. C. **“Utilização do biogás proveniente do tratamento do esgoto doméstico para geração de eletricidade”**. AGRENER GD 2015 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. 2015.

FIGUEIREDO. N.J. V. **“Utilização do biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica e iluminação a gás – estudo de caso”**. 2007.

FLORES, MARCELO COSTA. **Viabilidade econômica do biogás produzido por biodigestor para produção de energia elétrica—estudo de caso em confinador suíno**. Marcelo Costa Flores, p. 31-32, 2014.

FOURNIER, A. C. P.; PENTEADO, C. L. C. **Eletrificação rural: desafios para a universalização da energia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 12., 2008, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBPE, 2008.

FREITAS, G.M.- **Biomassa Uma Fonte de Energia**. Biomassa, uma fonte de energia/ Giovany Martins de Freitas. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016. Disponível em: <monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018701.pdf>. Acesso em: Acesso: 13 set. 2018

FURNAS. **Sistemas Furnas de geração e transmissão**. Disponível em: <http://www.furnas.com.br/hotsites/sistema-furnas/usina_hidr_funciona.asp>. Acesso em: 16 set. 2018.

G, R, C. L, et al.. 2019 – GEPEA – USP. **ENERGIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMO MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO**. Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

G1- **Energia a partir do lixo eleva potencial elétrico, mas não descarta hidrelétricas**. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2014/09/energia-partir-do-lixo-eleva-potencial-eletrico-mas-nao-descarta-hidreletricas.html> >. Acesso em: 15 de mai de 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energias renováveis: **Um futuro sustentável**. Revista USP, n. 72, p. 6-15, 1 fev. 2007. Disponível em: <[www.revistas.usp.br / Inicio > Arquivos > n. 72 \(2007\): AR/FOGO](http://www.revistas.usp.br/Inicio/Arquivos/n.72(2007):AR/FOGO)>. Acesso em: 16 set. 2018.

GOLDENERG, J. **Atualidade e Perspectivas no Uso de Biomassa para Geração de Energia**. Revista virtual de química. São Paulo, v. 9, n. 1, p. 15-29, 2017. Disponível em: <rvq-sub.sbg.org.br/index.php/rvq/article/view/1964>. Acesso em: 13 set. 2018.

GUARDABASSI, P. M. **Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia perspectivas para países em desenvolvimento**. 2006. Disponível em: http://www.iee.usp.br/producao/2006/Teses/Dissertacao_Guardabassi.pdf. Acesso em: 13 set. 2018.

GWSC (The Global Wind Energy Council), 2017 – **Global Wind Energy Council**. Disponível em: < <https://www.ecodebate.com.br/2018/02/19/o-crescimento-da-energia-eolica-no-mundo-em-2017-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/> >. Acesso em: 15 set. 2018.

HERZOG, V; LIPMAN, T; KAMMEN, D.M. *Renewable Energy Souces*. University of California, Berkeley, USA, 2018. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/228485853/download> > Acesso em: 10 set.

HODGE, B. K. **Sistemas e Aplicações de Energia Alternativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

IAC (Inter Academy Council). **Nuclear Energy In: Lighting the way: Toward a sustainable energy future**. p. 164-184. [s.l.], 2007. Disponível em: <<http://www.interacademies.org>> Acesso em: 10 set.

IEE-INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE, Universidade de São Paulo. **Importância e vantagens da biomassa**. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/gbio/?q=livro/import%C3%A2ncia-e-vantagens-da-biomassa>>. Acesso em: 15 de mai de 2019.

ITAIPU BINACIONAL. **Nossa história**. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/nossahistoria>> Acesso em: 10 set. 2018.

LIMA, J. M. **Principais Usinas Hidrelétricas do Brasil**. Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/energia/principais_hidreletricas_brasil.htm>. Acesso em 15 set. 2018.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.- São Paulo: Atlas, 2003.

MAUAD; FERREIRA; TRINDADE. **Análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras**. São Carlos EESC/USP, 2017. [349]p. ISBN 978 – 85 -8023 – 052 -9 (e- book). Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/168/154/740-1>. Acesso em: 15 set. 2018.

Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o estado do Paraná. Senai Departamento Regional do Paraná, 2016. Curitiba.

PACHECO, F. 2006. Economia em destaque. **Energias Renováveis: breves conceitos**. Salvador: SEI, 149, p.4-11, Outubro/2006. Disponível em: <https://pet-quimica.webnode.com/files/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf>.

PENA, R. F. A. **As Maiores Hidrelétricas do Mundo**. Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/as-maiores-hidreletricas-mundo.htm>>. Acesso em 15 de setembro de 2018.

PENA, Rodolfo F. Alves. **"Fontes não renováveis de energia"**; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/fontes-nao-renovaveis-energia.htm>>. Acesso em 16 set. 2018.

PENSAMENTO VERDE. **Entenda o conceito de vantagem competitiva sustentável e como criar uma**. Disponível em: < <https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/entenda-o-conceito-de-vantagem-competitiva-sustentavel-e-como-criar-uma/>>. Acesso em: 14 de out de 2019.

PEREIRA, E. B; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RUTHER, R. **Atlas brasileiro de energia solar**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, p. 60, 2006

PINTO JR, L. A. W. **Energia solar no mundo: conheça países que apostam nessa tecnologia**. Disponível em :< <http://hccengenharia.com.br/energia-solar-no-mundo-conheca-paises-que-apostam-nessa-tecnologia/>>. Acesso em 13 set. 2018.

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - **Produto 6 – Resumo Executivo**. São Paulo, 2010.

PORTAL DA ENERGIA – Energia Maremotriz: Guia Básico. Disponível em:< <http://portaldaenergia.com/energia-maremotriz/>>. Acesso em 14 set. 2018.

PORTAL ENERGIA - Energias renováveis, 2015. **Vantagens e desvantagens da energia eólica**. Disponível em:< <https://www.portal-energia.com/vantagens-desvantagens-da-energia-eolica/>>. Acesso em 15 set. 2018.

PORTAL ENERGIA - Energias renováveis, 2017 – **Mercado global da indústria geotérmica**. Disponível em: < <https://www.portal-energia.com/mercado-global-da-industria-geotermica/>>. Acesso em 14 set. 2018.

PROBIOGÁS – **CONCEITOS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE USINAS DE BIOGÁS**. 1ª Ed. Ministério das Cidades. Brasília, 2016.

RELATÓRIO DA SITUAÇÃO MUNDIAL – **Energias Renováveis 2016**.

Renewable Energy Statistics, 2017. Disponível em: < http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Renewable_Energy_Statistics_2017.pdf>. Acesso em 13 set. 2018.

RENEWABLE ENERGY. Barcelona: Elsevier, v. 129 part b, p. 677-866, 2018.

ROSA, A.P; SANTOS, B; DAL FORNO, C; BORBA, D. 2017. **QUAL A ACEITABILIDADE DA COMUNIDADE EM GERAL AO CONCEITO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**. VI FÓRUM DE SUSTENTABILIDADE COREDE ALTO JACUÍ. Cidades sustentáveis.

SANTOS, F. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/renewable-energy>>. Acesso em: 13 set. 2018.

SANTOS, F. M. **Sistema Elétrico Brasileiro: Histórico, estrutura e análise de investimento no setor**. Araranguá, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/159354>>. Acesso em: 13 set. 2018.

SILVA, L.R.R; SHAYANI, R.A; OLIVEIRA, M.A.G. 2017. **Análise comparativa das fontes de energia solar fotovoltaica, hidrelétrica e termelétrica, com levantamento de custos ambientais, aplicada ao Distrito Federal**. Disponível em: <<https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/download/463/416/>>. Acesso em: 13 set. 2018.

SILVA, S.L.M, CAVALCANTE, V.Z. **IMPORTÂNCIA DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL NO MUNDO DA TECNOLOGIA**. Encontro Internacional de Produção Científica. 2011. Disponível em: < https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2011/wp-content/uploads/sites/86/2016/07/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf>. Acesso em: 14 de out de 2019.

SILVA, T. C. F; RIETOW, J.C; COELHO, S.T; POSSETTI, G.R. **Utilização do biogás proveniente do tratamento do esgoto doméstico para geração de eletricidade**. Anais. São Paulo: IEE-USP, 2015

SOUZA, L.E. 2016. **Geração de energia é fundamental para o desenvolvimento da humanidade**. <Disponível em:< <http://domtotal.com/noticia/1105479/2016/12/geracao-de-energia-e-fundamental-para-o-desenvolvimento-da-humanidade/>>. Acesso em: 03 out. 2018.

SOUZA, V. H. A.; SANTOS, L. T.; PAGEL, U. R.; SCARPATI, C. B. L.; CAMPOS, A. F. **Aspectos sustentáveis da biomassa temas livres como recurso energético**. Revista Augustus. Rio de Janeiro, v. 20, n. 40, p. 105-123, 2015

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/livro-sobre-energia-renovavel-hidraulica-biomassa-eolica-solar-oceanica>>. Acesso em: Acesso em 16 set. 2018.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TSURUDA, L. K.a,b, MENDES, T. A.a,b*, VITOR, L. R.b, SILVEIRA, M. B. et. al. **A importância da energia solar para o desenvolvimento sustentável e social**. [s.l.] Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/sixth/files/sessoes/6B/1/tsurada_et_al_report.pdf>. Acesso em 16 set. 2018.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: **estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. 2012. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. **Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial**. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 757-767, [s.l], 2009.

WEC – (World Energy Coincil). **Energy Resources Nuclear**. Disponível em:< <https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/nuclear/>>. Acesso em 15 set. 2018.