



UFC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE - FEAAC
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ANA LARISSA LIMA ROCHA

ENERGIA EÓLICA COMO UMA FONTE SUSTENTÁVEL FRENTE AO CENÁRIO DA
CRISE ENERGÉTICA NO BRASIL

FORTALEZA - CE
2022
ANA LARISSA LIMA ROCHA

Projeto apresentado ao Curso de Ciências
Econômicas da Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade da
Universidade Federal do Ceará, como trabalho
de conclusão de curso
Orientador: Prof. Dr. Alfredo José Pessoa de
Oliveira.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R571e Rocha, Ana Larissa Lima.
Energia eólica como uma fonte sustentável frente ao cenário da crise energética no Brasil / Ana Larissa Lima Rocha. – 2022.
52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências Econômicas, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Alfredo José Pessoa de Oliveira.

1. Crise. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Energia eólica. 4. Fontes de energia. I. Título.
CDD 330

ANA LARISSA LIMA ROCHA

ENERGIA EÓLICA COMO UMA FONTE SUSTENTÁVEL FRENTE AO CENÁRIO DA
CRISE NO BRASIL

Esta monografia foi submetida ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovada em: ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alfredo José Pessoa de Oliveira(Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raimundo Eduardo Silveira Fontenele
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Sylvio Antonio Kappes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

O crescimento da preocupação ambiental traz, para o mundo, uma necessidade de mudanças importantes para alcançar o desenvolvimento sustentável. Como a energia é essencial para a humanidade e tem impacto direto no meio ambiente, é notório que a mudança neste setor seja indispensável, principalmente devido à grande dependência mundial dos combustíveis fósseis. Para o Brasil, além da questão ambiental, temos a grande dependência das usinas hidrelétricas na produção de energia elétrica, que juntamente com outros fatores econômicos e políticos foi responsável por cenários de crise que é refletido atualmente. As fontes em potencial para substituição dos combustíveis fósseis e diminuição da dependência brasileira são várias e como exemplo podemos citar, a energia dos mares, energia solar, energia eólica e outras. Como o Brasil apresenta várias características positivas na utilização da fonte eólica, o presente estudo busca apresentar a energia eólica como uma fonte sustentável capaz de contribuir com a melhoria do setor energético brasileiro frente à crise elétrica, destacando também a possível utilização de outras fontes renováveis.

Palavras-chave: crise; desenvolvimento sustentável; energia eólica; fontes de energia.

ABSTRACT

The growth of environmental concern brings to the world a need for important changes to achieve sustainable development. As energy is essential for humanity and has a direct impact on the environment, it is clear that change in this sector is indispensable mainly due to the great world dependence on fossil fuels. For Brazil, in addition to the environmental issue, we have a great dependence on hydroelectric plants in the production of electric energy that together with other economic and political factors was responsible for crisis scenarios that is reflected in the present day. The potential sources for replacing fossil fuels and reducing Brazilian dependence are several and as an example we can mention energy from the seas, solar energy, wind energy and others. As Brazil has several positive characteristics in the use of wind power, the present study seeks to present wind energy as a sustainable source capable of contributing to the improvement of the Brazilian energy sector facing the electrical crisis, also highlighting the possible use of other renewable sources.

Keywords: crisis; sustainable development; wind energy; energy sources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Matriz Elétrica Brasileira 2020	14
Figura 2	Matriz Elétrica Mundial 2019	14
Figura 3	Moinho de vento típico da Holanda	32
Figura 4	Componentes básicos de um aerogerador de eixo horizontal	34
Figura 5	Capacidade eólica acumulada instalada mundial (1996 - 2012).....	35
Figura 6	Capacidade total instalada 2011 - 2014 (MW)	37
Figura 7	Nova capacidade de energia eólica em 2020 dos cinco mercados principais	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Hidrelétricas Brasileiras de grande porte	20
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDE	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
BNE	Balanço Energético Nacional
CMBEU	Comissão Mista Brasil-EUA
CNAEE	Conselho Nacional das Águas e Energia Elétrica
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano do Município
IEA	Agência Internacional de Energia
INDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
IPCC	Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
WWEA	Associação Mundial de Energia Eólica

LISTA DE SÍMBOLOS

kW Kilowatts

MW Megawatts

GW Gigawatts

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	ENERGIA E MEIO AMBIENTE	12
2.1	Fontes de energia	18
2.2	A busca pela energia limpa	21
3	HISTÓRICO E CRISE ENERGÉTICA NO BRASIL	23
3.1	Cenário atual	28
4	ENERGIA EÓLICA: HISTÓRICO	32
4.1	Definição de energia eólica	33
4.2	Premissas para utilização da energia eólica	34
4.3	Cenário mundial de energia eólica	35
4.4	Vantagens e desvantagens da energia eólica	39
4.5	Custo das usinas eólicas	41
4.6	Capacidade instalada e investimento	41
4.7	Investimento e competitividade da energia eólica no Brasil	42
5	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da preocupação com o meio ambiente levou a necessidade de adaptações que reduzissem a poluição sem comprometer o crescimento econômico. Sabemos que a utilização de fontes fósseis para produção de energia é forte contribuinte para a poluição ambiental através da emissão de gases poluentes intensificadores do efeito estufa e a busca por novas fontes de energia limpa levaram à criação de várias fontes alternativas como a energia dos mares, energia eólica, energia solar e outras com características próprias e benefícios que diferem entre si.

No Brasil, além da necessidade da utilização de novas fontes de energia como as citadas anteriormente para fins de melhoria ambiental e redução dos gases poluentes na atmosfera, há, ainda, grande dependência da matriz energética ligada às hidrelétricas. Essa falta de diversidade de fontes energéticas no Brasil conseguiu impactar em uma crise tanto no passado quanto no presente de forma que a necessidade por outros investimentos com possibilidades de fontes inesgotáveis torna-se ainda mais forte.

Sendo utilizada outras fontes de energia já mencionadas, haverá a diminuição da produção de gases intensificadores do efeito estufa, já que, em um cenário a nível mundial, a utilização das fontes fósseis é predominante. O alcance dessas novas fontes acaba sendo resultado da busca pelos países na realização dos acordos ambientais firmados e para que haja o alcance dos objetivos haverá a mudança da matriz energética com menor participação dos combustíveis fósseis e maior participação de fontes renováveis (GÓES, 2021).

Dentre as fontes consideradas limpas, destacamos a importância da fonte eólica, que mostrou grandes benefícios que serão abordados no decorrer do estudo. Com as características brasileiras de clima, vento e outras se torna ainda mais propícia a maior utilização da fonte eólica na matriz energética brasileira, sendo uma alternativa renovável que contribui para mudança do cenário de crise e para o desenvolvimento sustentável. O objetivo deste trabalho é apresentar a energia eólica como uma alternativa sustentável capaz de contribuir com a melhoria do setor energético brasileiro frente a crise elétrica.

Este trabalho é dividido em cinco seções, sendo a primeira esta seção de introdução. A segunda seção explana sobre o histórico das fontes elétricas tratando as principais fontes da matriz energética brasileira bem como a sustentabilidade existente no processo de produção

de cada uma delas. A terceira seção discorre sobre o histórico energético e as crises enfrentadas no Brasil. A quarta seção e as suas sete subdivisões abordam o histórico da energia eólica, uma breve definição da fonte, além de uma visão sobre o cenário mundial e brasileiro em relação à energia dos ventos. Será abordado ainda na quarta seção as vantagens e desvantagens, custos das usinas, observação sobre a capacidade instalada e o investimento, além de uma breve reflexão sobre o impacto ambiental, social e econômico. A última seção aborda as considerações finais com a conclusão mostrando a alta capacidade e os benefícios da energia eólica que pode ser um grande destaque no cenário brasileiro, sendo uma fonte sustentável e inesgotável.

2 ENERGIA E MEIO AMBIENTE

As fontes de energia elétrica podem ser divididas em dois grandes grupos: renováveis e não renováveis. De fato, a produção e distribuição de energia como um todo tem grande relação com o desenvolvimento da nação. A utilização de energia, bem como a sua disponibilidade é fator essencial para desenvolvimento da humanidade em sociedade (GOLDEMBERG; VILLANUEVA, 2003).

Podemos destacar três principais pontos de importância da energia, em que o primeiro está em torno de sua capacidade de impactar fortemente o meio político por representar uma forma de alcançar poder e riqueza, o que nos leva ao segundo ponto em que trata a energia como o caminho para alcançar desenvolvimento e estabilidade política. O terceiro ponto é que a energia é essencial para a realidade em que estamos vivendo, uma vez que pode ser utilizada para suprir necessidades derivadas do cenário tecnológico em que vivemos, como necessidade de consumo e de produção (GOÉS, 2021).

A energia e suas fontes vêm se adaptando com o tempo e com as demandas que surgem com as mudanças culturais, políticas e tecnológicas que enfrentamos. As fontes de energia têm, atualmente, necessidade de tomar caminhos mais sustentáveis com atenção às necessidades ambientais e competitividade, gerando benefícios que serão abordados no decorrer do trabalho.

Para melhor entendimento sobre a evolução energética, precisamos discorrer acerca das fontes fósseis (não renováveis) e do cenário energético. Os componentes das fontes fósseis são o petróleo, gás natural e carvão, conhecidos como hidrocarbonetos, pois são compostos por átomos de carbono e hidrogênio e foram originados pelo acúmulo de compostos derivados da degradação de animais e vegetais com efeitos de outras variáveis

climáticas e ambientais.

Dados do *International Energy Agency* (IEA, 2021) mostram que o uso dos combustíveis fósseis ainda domina a matriz elétrica mundial sendo 38% de carvão mineral; 23% de gás natural; 16,2% hidráulica; 10,2% nuclear; solar, eólica, geotérmica, maré e outros representam 7,3%; o petróleo e derivados tem um destaque de 2,9% enquanto a biomassa representa 2,4%.

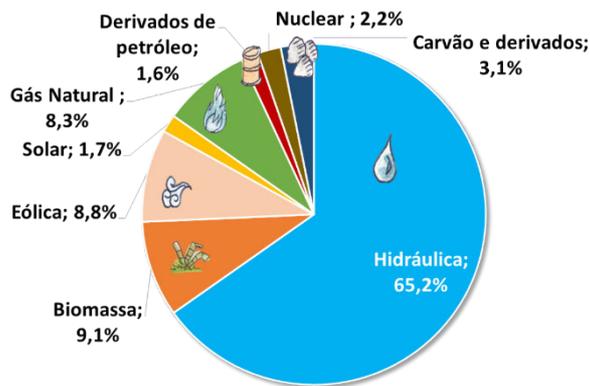
A dependência mundial dos combustíveis fósseis traz algumas preocupações para todas as Nações. Uma fonte energética esgotável pode trazer uma estrangulação no setor de energia por não haver uma melhor distribuição das fontes utilizadas.

Além da questão da escassez dos combustíveis fósseis, temos os grandes impactos ambientais que essa fonte de energia gera. A queima do combustível fóssil produz um calor que é utilizado para gerar vapor de alta pressão pelo qual as turbinas são movimentadas, havendo produção de eletricidade e emitindo bastante gás carbônico no ambiente (BAIRD; CANN, 2011).

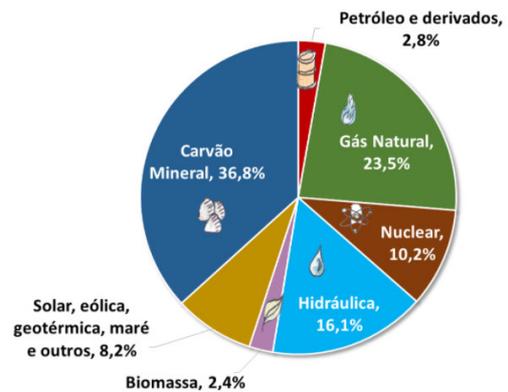
As mudanças de cenário que enfrentamos, principalmente referente ao meio ambiente, as quais serão abordadas mais detalhadamente no decorrer do estudo, impactam a abordagem tecnológica utilizada na geração de energia. Tanto pela mudança de cenário quanto pelos problemas ligados à utilização dos combustíveis fósseis, surge a necessidade da utilização de novas fontes de energia que chamamos de renováveis. As novas fontes consideradas limpas vêm ganhando mais espaço por seus benefícios e pelo crescimento da preocupação com o meio ambiente. Assim o uso das energias renováveis não se caracteriza mais como uma opção e sim como uma necessidade e apesar de não predominar atualmente a nível mundial, sua força vem crescendo, principalmente no Brasil.

No Brasil, o cenário diferencia-se ao compararmos com cenário mundial, as fontes fósseis representam cerca de 13% (1,6% derivados de petróleo, 3,1% carvão e derivados e 8,3% gás natural), predominando o uso de energias alternativas e renováveis com participação de 1,7% de energia solar; 2,2% de energia nuclear; 8,8% de eólica; 9,1% de biomassa e 65,2% de hidráulica (BEN, 2021). A nível mundial, temos a dominação do uso de combustíveis fósseis com 75% de representação na utilização elétrica e apenas 25% é composto pela utilização de fontes renováveis. O Brasil, paralelo ao cenário mundial, tem grande destaque com o uso de fonte elétrica renovável representando 83% enquanto apenas 17% não é considerada renovável.

Os gráficos 1 e 2 mostram, respectivamente, a matriz elétrica brasileira em 2020 e a matriz elétrica mundial em 2019:

Figura 1 – Matriz Elétrica Brasileira 2020

Fonte: (BEN, 2021)

Figura 2 – Matriz Elétrica Mundial 2019

Fonte: (IEA, 2021)

Antes da questão ambiental tornar-se algo relevante perante a sociedade, os indivíduos tinham uma ideia de perpetuidade dos recursos da natureza. A utilização do capital natural aumentou ainda mais com o desenvolvimento industrial e tecnológico. Com os avanços e o processo mecânico sendo introduzido, houve um grande impacto no meio ambiente com exploração dos recursos naturais (HAWKEN; LOVINS; LOVINS, 1999)

Andrade, Tachizawa e Carvalho (2000) notam que foi com a Conferência Científica da ONU a respeito da utilização de recursos naturais que a percepção sobre o movimento ambiental alcançou importância nacional, em 1949. Em 1968, houve a Conferência sobre Biosfera em Paris que incentivou a conservação da Biosfera através do uso racional dos recursos.

A partir da conferência realizada em Estocolmo em 1972 é que a gestão dos recursos naturais e a noção de desenvolvimento sustentável ganharam força. O reconhecimento da causa humana nos problemas climáticos foi a partir da Convenção-Quadro das Nações e responsabilizou os países industrializados pela redução dos impactos ambientais causados pelo excesso de gases do efeito estufa. A convenção foi adotada no Rio de Janeiro em 1992 na RIO-92, porém em 1995, em Berlim, entendeu-se que os compromissos idealizados para os países desenvolvidos eram inadequados e foi originado o mandato de Berlim que possibilitou discussões para elaboração de um protocolo com novas responsabilidades. Mebratu (1998) mostra que a grande contribuição da Conferência RIO- 92 foi o impacto em vários setores da sociedade fazendo com que o conhecimento acerca do conceito de desenvolvimento sustentável pudesse ser disseminado em inúmeros lugares pelo mundo.

O responsável pelas decisões da convenção é denominado Conferência das Partes (COP) que, em 1997, adotou o protocolo de Kyoto, durante a terceira COP. O protocolo de Kyoto combinou diferentes metas para cada país com intuito de reduzir as emissões de gases poluentes, como o gás metano, o gás carbônico e outros. Entre 2008 e 2012, com meta de redução em cerca de 5% em relação a 1990. O protocolo de Kyoto, porém, não resultou em resultados efetivos, chegando, em 2015, ao acordo de Paris, que vigorou apenas em 2016 e teve como objetivo a adoção de medidas determinadas por cada nação em seu próprio território, visando um resultado efetivo para a redução da emissão dos gases poluidores.

O problema climático é evidenciado com a emissão dos gases poluentes e reforçam os problemas ambientais, tornando-se um grande desafio para as Nações na busca por políticas ambientais. De acordo com *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2018), as atividades antrópicas têm um grande impacto no aumento da temperatura do planeta, sendo provável que o aumento alcance 1,5 graus Celsius entre os anos 2030 e 2052. Apesar de o cenário ser catastrófico, não podemos esquecer que este cenário poderá piorar caso nenhuma medida seja tomada e impactar em um aumento ainda maior da temperatura.

O crescimento da importância do desenvolvimento sustentável para a economia acaba promovendo o aumento dos esforços em busca de caminhos que nos levem ao objetivo de encontro ao desenvolvimento sustentável (SALAS-ZAPATA et al., 2011). O fato é que o desenvolvimento sustentável não é mais considerado uma alternativa já que possuímos uma aceitação na sociedade como um todo. O cuidado com os impactos que o progresso proporciona ao meio ambiente é de extrema importância e é por meio da ciência que alcançaremos as alternativas e caminhos para chegar ao desenvolvimento sustentável, tomando as medidas cabíveis para que haja um equilíbrio entre o meio econômico, social e ambiental. (CAVALCANTI, 2001)

Entendemos que o conceito de desenvolvimento sustentável remete além do crescimento econômico que possui um mensurador limitado ao nível de industrialização de um país. Segundo Carvalho e Barcellos (2010), o sentido de um desenvolvimento sustentável está na manutenção de um sistema que não tenha sua capacidade limitada ou reduzida frente às adversidades que surgirem retomando aquilo que se sustenta.

Para Sachs (2002), o conceito de sustentabilidade é composto por dimensões além da questão ambiental, em que podemos destacar:

- Sustentabilidade social: é o objetivo central da sustentabilidade, então se torna a prioridade das dimensões. As questões sociais são extremamente importantes para que

haja desenvolvimento sustentável e há uma grande chance de a sociedade enfrentar problemas antes mesmo que o meio ambiental.

- Sustentabilidade ambiental: que decorre das necessidades da sociedade envolvendo a relação entre consumo e escassez
- Sustentabilidade econômica: é de grande importância, pois os impactos na economia refletem no bem-estar social e conseqüentemente a preocupação ambiental

É notório que o âmbito social tem forte impacto na preocupação com a abordagem do desenvolvimento sustentável, pois a preocupação ambiental ou econômica de nada adianta quando não é possível estabelecer um equilíbrio na qualidade de vida da população.

Para a realização de fato do desenvolvimento sustentável é imprescindível a abordagem do fator social, da parte cultural e da ética, que se tornam o meio termo da visão econômica e ambiental, uma vez que o cuidado com meio ambiente e preocupação econômica de nada adianta caso a sociedade tenha má qualidade de vida e alto nível de miséria (ROMEIRO, 2010).

O crescimento econômico frente a preocupação ambiental caracteriza um *trade off* de extrema importância. Com o uso de novas tecnologias, o avanço do capitalismo, do consumo e do avanço da industrialização mundial surgiram grandes desafios frente ao desenvolvimento sustentável.

A problemática do clima tem grande impacto no modo de vida que a humanidade está acostumada, uma vez que o agravamento da alta temperatura causada pela emissão de gases poluentes, além de outros impactos indiretos que esses gases produzem, demandam mudanças significativas no modo de produção e na economia em geral, visando os direitos das gerações atuais e futuras.

O novo relatório da ONU publicado em 09 de agosto de 2021 pelo IPCC trouxe um clima de alerta para a humanidade acerca das mudanças climáticas. No relatório, há informações baseadas em um estudo científico dos últimos sete anos realizado por um grupo de 234 especialistas com 66 países envolvidos, em que a análise visou a explanação dos impactos vindos do aquecimento global para produção de estimativas da situação que poderemos enfrentar mais a frente, decorrente da emissão de gases poluentes na atmosfera.

O principal fator causador da intensificação das emissões de gases do efeito estufa na atmosfera é a queima de combustíveis fósseis associada ao uso de energia no cotidiano. De acordo com o relatório do IPCC (2021), a temperatura do planeta vem aumentando desde a era da Revolução Industrial e estamos com taxas consideradas preocupantes na atualidade em

relação ao futuro, o aquecimento global nos mostra um aumento de 1,1 graus Celsius quando comparado ao período pré-industrial.

No relatório do IPCC (2021), podemos perceber o aumento contínuo da temperatura mesmo tomando qualquer iniciativa, mas com um pensamento futuro são necessárias tomadas de medidas que melhorem o cenário, caso contrário, poderemos enfrentar situações catastróficas que serão abordadas à frente.

Estima-se que ao fim do século XXI, caso não haja algum tipo de intervenção ou mudanças nas emissões de gases poluentes causadores da intensificação do efeito estufa, podemos enfrentar um aumento de 4,4 graus Celsius no pior cenário, o que traz diversas consequências, como maior intensidade de fenômenos naturais, mudança no pH dos mares, além de ondas de calor e chuvas mais fortes.

A adoção de novas fontes de energia leva a redução da utilização dos combustíveis fósseis e por consequência uma redução na emissão de gases do efeito estufa, uma vez que a oferta de energia mundial é liderada pelas fontes fósseis. Uma mudança dos sistemas energéticos mundiais será uma consequência da busca dos países pelas realizações dos acordos ambientais realizados, e a medida em que esses acordos são firmados e de fato realizados com as metas alcançadas, a dependência do uso dos combustíveis fósseis como fonte de energia será intensamente reduzida (GÓES, 2021).

De fato, essa nova visão acerca da produção de energia tem grandes impactos na economia. De acordo com GÓES (2021), a passagem do uso dos combustíveis fósseis como fonte energia para a adoção de fontes renováveis traz uma nova visão acerca das vantagens obtidas por cada país, por meio de uma nova geopolítica que se forma acarretando mudanças de poder e uma demanda por segurança nacional mais fortalecida para que haja um comprometimento com a paz mundial. A energia trata de uma questão de poder e riqueza e por isso pode tornar-se, além de um benefício, um motivo para possíveis conflitos entre as nações.

2.1 FONTES DE ENERGIA

O novo cenário demonstra a necessidade do uso de novas fontes de energia em que podemos destacar a biomassa, geotérmica, energia do mar, energia solar, energia hidráulica e energia eólica. A energia gerada por meio da biomassa advém da decomposição da matéria orgânica, e o gás que é produzido (metano) é utilizado para geração de energia, alguns exemplos são esterco e sobras de alimentos. (LAVEZZO, 2016).

A biomassa, porém, utilizada de maneira elementar gerou uma grande degradação do solo, além do impacto do desmatamento gerado pela fonte de energia, sendo considerada descartada como fonte de energia limpa até os últimos anos do século XX, onde a biomassa ganhou uma nova roupagem e vem ganhando forças podendo representar de 10% a 20% de toda energia no fim do século XXI (GOLDEMBERG, 2009).

Há um vasto campo para tecnologias que convertam a biomassa em energia onde há o destaque da produção dos biocombustíveis que ganharam força com a utilização do setor de transportes, dada a preocupação ambiental acerca do uso dos combustíveis fósseis, sendo o etanol (derivado da cana-de-açúcar) o principal biocombustível de destaque e possui apoio político. (GOLDEMBERG, 2009).

Há um grande benefício na produção do etanol, pois pode ocorrer forte queda na emissão do gás carbônico na atmosfera, representando uma redução de cerca de 2,3 toneladas de gás carbônico para cada tonelada de álcool em combustível utilizado, reduzindo também a produção do dióxido de enxofre (LAVEZZO, 2016).

Já a energia geotérmica utiliza o calor do interior da crosta terrestre para geração de energia. Esse calor tem elevada temperatura e pode passar dos 5000 graus Celsius e com esse calor as usinas acionam turbinas elétricas para geração de energia (LAVEZZO, 2016). Há duas formas de explorar energia com esta fonte, uma é por meio da condução do calor do centro da terra até as regiões que são próximas à superfície, sendo considerada um uso direto de calor. Outra forma é com o aproveitamento das diferenças de temperatura entre o ambiente e o solo fazendo isso por meio de bombas de calor (VICHI e MANSOR, 2009).

Essa fonte de energia apresenta mínimos índices de poluição, assim sendo classificada como fonte renovável e limpa e pode ser encontrada em rochas secas quentes, rochas úmidas quentes e vapor quente. É necessária, porém, grande precaução na abordagem dessa fonte de energia, pois o uso inadequado pode trazer riscos de instabilidade geológica, além do risco a saúde com acesso a camada subterrânea de água com grande quantidade de minério (LAVEZZO, 2016)

Outra fonte de energia renovável é a do mar, que pode ser dividida em três formas de produção, que são: ondas, marés e diferenças de temperatura dos oceanos. A primeira, energia das ondas, que tem sua formação a partir da influência dos ventos sobre a água do mar formando as ondas, que ao correrem pelo oceano encontram águas com proximidade ao raso e com a resistência acabam crescendo e ganhando força com a velocidade e quando há a quebra da onda, temos ondas ainda maiores quando o fundo do mar é bastante rochoso. A segunda, energia das marés, temos que o nível marítimo varia com os dias e há como fonte de energia

essa mudança na quantidade de água marinha, que tem como causa a gravidade do sol e da lua e são produzidas por meio de uma usina com a construção de uma barragem onde será aberta a comporta durante o aumento da maré, passando por uma turbina que gerará energia elétrica. A terceira, energia por meio das diferenças de temperatura das águas, que usa a radiação solar para formação das correntes marítimas, necessário que haja uma diferença de temperatura de 38° Fahrenheit, essa fonte de energia é bem difícil a exploração por conta da baixa densidade das correntes marítimas. (LAVEZZO, 2016)

A energia solar, também, é uma fonte renovável e outras fontes são ligadas a energia solar, as hidrelétricas, as usinas eólicas, energias das marés e outras utilizam de forma direta ou indireta a energia solar. O sol possui uma irradiação que mantém constância e uma parte dessa irradiação é refletida pela atmosfera, outra parte absorvida e ainda outra parte chega à superfície da terra que também absorverá apenas uma parte e refletirá a outra para a atmosfera novamente (DIENSTMANN, 2009).

São utilizadas células fotovoltaicas em forma de painel para a absorção da energia solar e assim ser transformada em energia elétrica. Temos que esse tipo de fonte energética traz grandes custos, tanto em fabricar os painéis quanto para instalá-los (LAVEZZO, 2016)

Apesar do grande investimento inicial, há grandes benefícios no longo prazo como a redução dos gastos com energia, o que acaba compensando os custos da implantação da fonte. Em relação aos equipamentos, alguns painéis possuem duração de 25 anos com uma média de 80% de eficiência e as baterias utilizadas para armazenar a energia tem uma média de 10 anos de vida útil (SILVA et al, 2019)

Uma importante fonte de energia considerada renovável, principalmente para o Brasil que possui, segundo dados do BNE (2021), 65,2% de sua produção elétrica advinda de hidrelétricas, é o uso potencial da água como fonte elétrica que caracteriza a energia hidráulica. Para a produção de uma hidrelétrica leva-se em conta os desníveis e a queda de água. É por meio do giro da turbina ocasionado pela força da água que torna o potencial energético em de fato energia cinética, a transformação da energia cinética em elétrica ocorre por meio de um gerador ligado a turbina que inicia o movimento responsável pela conversão das energias. (RIBEIRO E BASSANI, 2011).

Mesmo com um grande histórico positivo referindo-se à hidrelétrica como uma fonte de energia limpa, é necessário que entendamos que ela produz grandes impactos ambientais, no que se refere a construções de represas, em que se pode ter problemas de inundações, interferência do fluxo de rios e destruição de espécies vegetais. Quando as florestas ficam inundadas há um processo de decomposição dos vegetais produzindo gás metano que é um

dos causadores do efeito estufa. (INATOMI e UDAETA, 2005)

A Tabela 1 mostra os investimentos em hidrelétricas de grande porte no Brasil:

Tabela 1- Hidrelétricas Brasileiras de Grande Porte

USINAS	ANO	ESTADO	RIO	CAPACIDADE
Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira	1973	SÃO PAULO	PARANÁ	3.200 MW
Usina Hidrelétrica de Itaipu	1974	PARANÁ	PARANÁ	14.000 MW
Usina Hidrelétrica de Tucuruí	1984	PARÁ	TOCANTINS	8.400 MW
Usina Hidrelétrica de Santo Antônio	2013	RONDÔNIA	MADEIRA	3.300 MW
Usina Hidrelétrica de Jirau	2013	RONDÔNIA	MADEIRA	3.300 MW
Usina Hidrelétrica de Belo Monte	2016	PARÁ	XINGÚ	11.233 MW

Fonte: Extraído de ANEEL (2021) e Pereira (2012), elaborada pela autora

Podemos perceber, com a tabela, a precariedade de investimentos em hidrelétricas. Após a criação da hidrelétrica de Tucuruí levou-se 29 anos para início de novos investimentos em hidrelétricas de grande porte, porém com baixa capacidade de potência quando comparada com a hidrelétrica de Itaipu. Percebemos, também, que outro investimento de grande potencial só ocorreu em 2016 com a criação da Hidrelétrica de Belo Monte com capacidade de 11.233 MW, pouco abaixo do potencial de Itaipu. Contudo, em seis anos nenhum outro investimento em hidrelétricas de grande porte foi realizado, o que diminui a capacidade de reservas de água que, em tempo de escassez, é essencial para manutenção do abastecimento elétrico, uma vez que a maior produção de energia, no Brasil, procede das hidrelétricas.

A energia dos ventos vem sendo utilizada desde a antiguidade e atualmente temos o uso da energia eólica como uma fonte renovável e limpa. A energia eólica tem grande influência da radiação solar seguindo um processo de aquecimento da superfície da terra com uma possível combinação do movimento da terra e a orientação dos raios solares (LAVEZZO, 2016).

O início do uso da energia eólica com a visão de produção de energia elétrica se deu na Dinamarca em 1980, onde pequenas companhias destinadas a equipamentos agrícolas fabricaram as primeiras turbinas (MARTINS, GUARNIERI e PEREIRA, 2008).

Para a adoção dessa fonte energética é importante uma análise detalhada sobre aspectos essenciais, como a velocidade do vento nas regiões que visam o investimento, além da observação sobre o regime de ventos, adaptando da melhor forma os investimentos em cada local de interesse (LAVEZZO, 2016).

2.2 A BUSCA PELA ENERGIA LIMPA

De fato, após a decadência dos combustíveis fósseis em relação a degradação que se causa ao ambiente, percebemos uma tendência de mudança para geração de energia, uma adoção de novas fontes de energia com um diferencial na busca por fontes alternativas que diminuam ou excluam o impacto ambiental com a emissão de gases poluentes. Há, contudo, uma necessidade de incentivos fiscais, uma vez que com políticas governamentais para investimentos em fontes renováveis haveria uma redução na demanda pelas fontes fósseis o que levaria uma queda nos preços de venda dos combustíveis fósseis diminuindo a receita dos produtores desses combustíveis. Esse cenário pode resultar em uma ideia de obsolescência dos combustíveis fósseis para os produtores, sendo um incentivo para investimento em novas fontes ou ao mesmo tempo o aumento da produção dos combustíveis fósseis visando aproveitar o mercado enquanto há tempo. De certo não se pode prever o cenário futuro, mas, para que haja mudanças significativas no cenário ambiental e no cumprimento dos acordos realizados para redução de emissão de gases poluentes, é necessária a contribuição de todos os participantes com a maior dedicação possível (GOÉS, 2021).

Outro fator predominante no investimento em novas fontes de energia com a ideia de baixo ou nulo carbono, é por meio da aceitação pública e podemos citar aqui como exemplo a Alemanha e a China em que o uso da energia nuclear não é determinada pela economia, mas pela percepção dos indivíduos sobre os riscos que as usinas nucleares trazem. Por um lado, as dúvidas acerca da segurança das usinas nucleares, na Alemanha, foram responsáveis pelo fechamento desse mecanismo de fonte de energia, enquanto que a China e a Rússia estão em busca da liderança mundial nesta tecnologia (GOÉS, 2021).

As metas do Brasil definidas na *Intended Nationally Determined Contributions* (INDC) na COP21 buscam a redução em 37% das emissões de gases do efeito estufa até o ano de 2025, seguida da busca pela redução de 43% desses gases até 2030 em relação a 2005. O país também se propôs a uma mudança na matriz energética por meio de uma maior diversificação com o uso das energias renováveis diminuindo a dependência das hidrelétricas. A participação das energias renováveis na matriz energética brasileira deverá corresponder,

em 2030, a 45% da participação total, além disso visa a expansão para uma representação de pelo menos 23% do uso dessa energia também em domicílios com a participação de energia eólica, biomassa e solar (GÓES, 2021).

Apesar de o Brasil possuir grande destaque na utilização de fontes renováveis de energia na sua matriz energética, podemos perceber uma grande dependência da energia hidráulica e isso vem se tornando um problema em decorrência da crise hídrica. A crise que enfrentamos atualmente tem um cenário histórico e remete a crise enfrentada em 2001 (BORGES, 2021).

O Brasil enfrenta, atualmente, uma transição da energia hidráulica para de origem térmica, porém a percepção brasileira acerca do problema de uma dependência hidráulica só ocorreu com a crise ocorrida em 2001 por consequência de uma baixa dos níveis dos reservatórios sem ter outra fonte forte suficiente para suprir a demanda, gerando um apagão. Nesse período podemos destacar um fortalecimento da energia nuclear, gás natural, derivados de petróleo (em menor quantidade), biomassa e eólica. As energias eólicas e solares apresentam vantagens pois possuem complementaridade com a hídrica e com elas mesmas, pois assim há a possibilidade de estocar energia em reservatórios com baixo custo, possibilitando, também a criação de parques de geração energética combinados com fonte eólica e fonte solar (GOÉS, 2021).

Temos uma característica, no Brasil, de falta de desenvolvimento e infraestrutura, com um cenário de concentração do uso de recursos naturais, porém possui grande potencial e vantagem comparativa neste setor com sua abundância de recursos naturais. É necessário mais investimento em Pesquisa e Desenvolvimento, para a realização de um planejamento energético sustentável, além da adoção de incentivos fiscais para que haja distribuição de energia a toda a população (LAVEZZO, 2016).

3. HISTÓRICO E CRISE ENERGÉTICA NO BRASIL

A implantação da energia, no Brasil, ocorreu no fim do século XIX, com destaque de seu uso comercial pelos países desenvolvidos no mesmo período. Esse desenvolvimento foi marcado pelas concessionárias estrangeiras que desempenharam o papel da indústria de eletricidade no Brasil. Pode-se destacar os grupos: *Holding Brazilian Traction, Light and Power C. Ltda., American Share Foreign Power Company* (FELICIANO, 1988).

Temos nos primeiros anos do século XX a eletrificação do Estado de São Paulo que foi um grande fator para o desenvolvimento do setor elétrico no país, destacando as primeiras

usinas térmicas e investimento na construção das primeiras hidrelétricas, além da instalação das concessionárias em substituição das primeiras companhias que forneceram iluminação com fonte a gás (LORENZZO, 1993). A passagem da Monarquia para República em 1889 levou a criação de Estados e municípios com autonomia e assim tornou possível que os trâmites ocorressem entre os municípios e as concessionárias (GOMES e VIEIRA, 2009).

Logo houve investimentos estrangeiros e o grupo Light, instalado primeiramente em São Paulo em 1899 e, em seguida, em 1905 no Rio de Janeiro, conseguiu fazer uma junção das empresas nacionais de energia existentes, por meio de um processo com certa facilidade, alcançando grande crescimento de mercado (GOMES e VIEIRA, 2009). Um destaque importante foi a sustentação que essas concessionárias tinham na cláusula ouro que era uma correção feita no padrão ouro, blindando as companhias de desvalorizações da moeda e impactos inflacionários, fator importante que intensificou os investimentos e a permanência estrangeira, no Brasil (CMEB, 1995).

Em 1929 houve a quebra da bolsa de valores em Nova York desempenhando impactos a nível mundial. O Brasil, por exemplo, adotou algumas mudanças para diminuir os impactos negativos, associando ao Estado o papel majoritário (GOMES e VIEIRA, 2009). Com a mudança do cenário, houve medidas que implicaram nas atividades das concessionárias, como a situação dos recursos naturais que não poderiam ser utilizados para nenhum acordo, além da cessação de atividades que envolvessem queda de água (CMEB, 1995).

Podemos destacar um marco para o incentivo à intervenção do governo no setor elétrico por meio da publicação do artigo “A Light e seus negócios da China” em 1933 por Eduardo Guingle. Como, no Brasil, não havia regulamentações, os lucros das concessionárias eram imensos. O cenário apenas se alterou com a criação do código das águas em 1934 que deu origem ao sistema elétrico (LORENZZO, 2001).

No que antecede o código das águas, a intervenção do Estado era apenas na regulação do funcionamento das concessionárias, não desempenhando qualquer legislação sobre produção e distribuição de energia elétrica. As companhias também possuíam vantagem de correção das tarifas e receber em ouro, fato que as livravam de impactos por mudanças da inflação ou desvalorização da moeda local (GALVÃO e BERMAN, 2015).

Após a criação do código das águas, houve importantes mudanças como a proibição de contratos com pagamento em tarifa ouro. O investimento das concessionárias passaria a ser um indicador para a nova tarifa, além de determinação de uma restrição de 10% no lucro das concessionárias em relação ao investimento, além disso, as tarifas passariam a ser indexadas ao custo (LIMA, 1984).

Toda essa mudança de cenário impactou no surgimento de debates entre dois grupos que se opõem, sendo o primeiro de privatização e o segundo de intervenção estatal. O principal fundamento para esses pensamentos é a busca para resolver o problema da baixa oferta de eletricidade (LORENZO, 1993).

Foi em 1939, enquanto enfrentava-se as dificuldades de investimento no setor elétrico, tanto por parte privada quanto por parte do Estado, que foi criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), órgão representado pelo poder federal que foi desenvolvido para desempenhar a função de regulador da questão elétrica (GOMES e VIEIRA, 2009)

A primeira empresa estatal de energia elétrica, a Chesf, de responsabilidade federal, se consolidou em 1945, destinada à região Nordeste, para suprir a demanda por energia elétrica que era muito precária naquela região (GOMES e VIEIRA, 2009).

As eleições presidenciais, após o término da segunda guerra mundial, elegeram Dutra para o cargo de presidente do Brasil, saindo da velha política que tinha como representante Getúlio Vargas. Em 1951, porém, Vargas retorna e primeiramente tem seu governo marcado pela busca do desenvolvimento do Brasil criando a Comissão Mista Brasil-EUA (CMBEU), que buscou o desenvolvimento da infraestrutura com o capital derivado de bancos estrangeiros. Da CMBEU originou-se o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) para alcançar o objetivo da comissão, contudo a Comissão teve sua cessação em 1953 iniciando assim, a segunda parte do governo de Vargas que partiu para o investimento no setor de energia elétrica com a proposta da fundação da Eletrobrás (GOMES e VIEIRA, 2009).

O setor elétrico brasileiro teve, de fato, um crescimento no potencial de produção levando a construções de usinas hidrelétricas, que teve imenso apreço e proporcionou alguns contratos internacionais. Esse crescimento foi baseado na política do segundo PND ou Plano Nacional de Desenvolvimento, proporcionando também as construções do Programa Nuclear, Ferrovia do Aço, além dos projetos Itaipu e Tucuruí. Na segunda metade de 1970 em diante, porém, a situação mudou, principalmente por conta da forma de financiamento do segundo PND, por meio de recursos estrangeiros em um cenário conjuntural que não favoreceu o Brasil.

Muitos fatores tiveram grande implicação para a situação em que o país chegou, principalmente por forçar um desenvolvimento em um momento em que o cenário econômico não era favorável. Os dois choques do petróleo na década de 70, juntamente ao crescimento das taxas de juros associados a tomadas de decisões do governo nacional reafirmaram a

situação difícil que o país enfrentou. Com a instabilidade externa, por meio do aumento da inflação e a retração econômica, o país aumentou sua dívida interna reduzindo a possibilidade de investimentos para encontrar uma saída. Com o objetivo de não ter tanto impacto inflacionário no setor energético, o governo reduziu as tarifas de energia elétrica levando as concessionárias a uma crise na década de 80 (LORENZZO, 2001).

Com a situação que o setor elétrico enfrentou, ficou nítida a impossibilidade, naquele momento, de o governo continuar desempenhando o papel de investidor para o setor, surgindo a ideia de privatização em 1990 como resolução dos problemas, principalmente porque a falta da energia elétrica acabou tornando-se realidade. Com isso o governo decidiu a adoção de um programa que pudesse realizar um processo de desestatização, porém o problema iniciou com a falta de regulamentação logo no início do projeto, combinado com problemas entre o BNDES e Eletrobras em relação a administração dos recursos e outros fatores, porém o principal destaque foi com a falta de preparo para situações a longo prazo. A falta de uma boa administração em relação aos recursos naturais também foi um ponto importante no problema da crise, principalmente relacionado ao uso da fonte hídrica de energia elétrica. Por exemplo, uma usina hidrelétrica possui uma demanda de tempo para desenvolvimento de cerca de seis anos, além de possuir uma validade baixa com cerca de sessenta anos. Junto às dificuldades da utilização da fonte de energia, há o problema do baixo reservatório de água devido à escassez das chuvas, principalmente no reservatório da Região Sudeste com capacidade reduzida marcando cerca de 33% enquanto o usual é de 90% levando a um cenário de racionamento (LORENZZO, 2001).

Precisamos entender que por volta dos anos 2000, o consumo de energia elétrica teve um aumento superior ao crescimento da oferta de eletricidade. Como o Brasil possuía grande parte de sua fonte elétrica voltada ao uso da água é de extrema importância que haja uma boa administração das usinas, uma vez que a forma como as águas do reservatório é utilizada em um determinado ano impacta na utilização da usina nos anos seguintes, então quando há um período chuvoso, a água é armazenada para suprir necessidades em períodos de seca (TOLMASQUIM, 2000).

Outro ponto que dificultou o investimento das empresas estatais foi por conta do arranjo econômico envolvendo as contas do governo, já que o investimento realizado por estatais é considerado uma despesa. Assim, mesmo havendo capacidade e condições de efetuar de fato o investimento não foi possível para que não fosse afetada as contas negativamente visando uma redução do déficit público o que impactou ainda mais a situação do setor elétrico em prol de um superávit das contas primárias. Uma estimativa da perda de

investimentos no período de 1998 a 2000 foi de cerca de 17 bilhões de reais (TOLMASQUIM, 2000)

Além da falta de investimento das estatais, precisamos destacar que no mesmo período que compreende a perda de investimento do setor elétrico também não há muito interesse da parte privada em relação a investimentos, sendo que essa possibilidade era existente desde 1995, ademais era esperado pelo governo um investimento de origem privada na construção de termelétricas com insumo e equipamentos importado da Bolívia, porém não tornou-se algo concreto já que os recursos tiveram grande alta nos preços (TOLMASQUIM, 2000).

Foram vários fatores que em conjunto levaram a sociedade brasileira, em 2001, a economizar energia elétrica. A falta de investimento e a exploração da água em momentos de escassez impactaram intensamente o consumo de energia, sendo este período caracterizado pelo racionamento de energia elétrica e marcado pelo apagão de 2001 (ALBERTIN, PREFEITO E MAUAD, 2007).

A dependência brasileira da água para geração de energia elétrica também é um problema importante a ser abordado. Primeiro, o uso de usinas hidrelétricas tem grande impacto negativo quando nos referimos a populações que acabam sendo afetadas pela construção da usina em regiões habitadas, fazendo com que os indivíduos daquela região tenham que se deslocar. Em segundo lugar, temos os problemas ambientais que a construção de hidrelétricas causa, como a quantidade de vida no local, além de afetar o volume das águas dos rios. Os problemas relacionados a hidrelétricas normalmente não ganham muita confiança ou acabam nem sendo mencionados por ser considerada uma energia limpa, mas o fato é que esse tipo de fonte tem seu impacto ambiental (TOMASONI, PINTO e SILVA, 2009).

O Brasil tornou-se muito dependente da fonte hidrelétrica de energia e depositou grande expectativa nesse tipo de usina, não considerando tanto a escassez de água e sem possuir um segundo plano que cobrisse possíveis necessidades futuras, onde não houvesse a possibilidade de utilização da energia derivada das hidrelétricas, mesmo possuindo condições favoráveis para utilização de outros tipos de fontes de energia.

No mês de setembro de 2012 houve um anúncio da redução da tarifa de energia elétrica e ao mesmo tempo o aumento da produção dessa forma de energia, sendo garantido que não haveria falta de energia elétrica, porém, logo no mês seguinte um novo anúncio que determinava que as usinas hidrelétricas devessem economizar água nos reservatórios, sinalizando um alerta a sociedade a uma possível falta de água. (CERQUEIRA et al, 2015)

A escassez de água enfrentada no período de 2014 foi bastante impactante e influenciou a tomada de decisões por parte do governo, sendo necessária a compra de energia

térmica para suprir a demanda por energia incapaz de derivar das hidrelétricas naquele momento. Os custos da geração de energia nas usinas hidrelétricas permitiam que repassasse um valor bem abaixo quando comparado ao valor da usina termelétrica sendo esta última repassada a um valor cerca de quatro vezes maior para as empresas. As companhias não poderiam repassar todo o aumento do custo em suas tarifas, já que estavam sob regulação da ANAEEEL, responsável pelos ajustes tarifários, dessa forma, as empresas precisaram recorrer ao governo em busca de suprir a demanda do país e assim o governo conseguiu um empréstimo de cerca de onze bilhões de reais, porém não pareceu suficiente para que as companhias cumprissem com o acordo, sendo levantado novamente um valor de cerca de seis bilhões de reais. O resultado do compromisso das empresas junto aos empréstimos concedidos pelo governo foi um valor de 17,7 bilhões de reais repassado nas tarifas a serem pagas pelos consumidores de energia elétrica (GALVÃO e BERMAN, 2015).

Precisamos destacar que não apenas a questão da utilização das termelétricas sem planejamento antecipado foi a responsável por esse aumento excessivo nas contas dos consumidores. Precisamos destacar o fato de que os ajustes que eram para ser realizados em 2013 e 2014 nas tarifas foram passados para 2015, levando a uma sobrecarga nas tarifas de energia elétrica (CERQUEIRA et al, 2015).

3.1 CENÁRIO ATUAL

Não podemos deixar em segundo plano o fato de o Brasil possuir um grande território rico em recursos ambientais e bem favorecido com clima propício à adoção de várias fontes de energia, além de possuir um solo cheio de riquezas. Esse cenário favorável ao Brasil possibilitou uma matriz energética predominantemente formada por fontes renováveis, que têm grande potencial para exploração e ampliação de uso de outras fontes além da hidrelétrica (PNE 2050, 2020).

O cenário que enfrentamos atualmente não difere muito de todos o que estudamos até o momento, principalmente as condições dos reservatórios das usinas hidrelétricas que se encontram abaixo da média, trazendo dificuldades para o abastecimento de energia elétrica. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste foi sinalizada emergência hídrica (ROMEIRO, 2021).

A composição da utilização das fontes de energia vem mudando desde a crise de 2001 onde a representação hidrelétrica era cerca de 91% na produção de energia elétrica, seguida das termelétricas que representavam em torno de 9%. No segundo período que compreende 2014 e 2015 a termelétricas passaram a representar cerca de 27% e a eólica registrava uma

média de 3% das fontes de energia elétrica. No período atual, as hidrelétricas representam cerca de 69%, enquanto a eólica subiu para 11% e a termelétrica 20%, porém mesmo com a diversidade da estrutura energética que o Brasil conquistou ao longo do tempo, a energia elétrica tem sua fonte majoritária a de origem hídrica (ROMEIRO, 2021).

Podemos destacar três fatores principais para a falta de confiança na quantidade de água disponível, o primeiro podemos destacar o problema de infraestrutura, em segundo o problema da má administração dos recursos e fontes e em terceiro a pouca quantidade disponível de água por fatores “naturais”. Esses aspectos nos levam a refletir sobre a adoção de outras fontes de geração de energia elétrica. Isso não quer dizer que devemos esquecer as usinas hidrelétricas, mas apenas que não podemos depender desse tipo de fonte apenas, uma vez que o Brasil possui condições favoráveis a outras fontes de energia e é importante dispor ao máximo das fontes renováveis passíveis de utilização brasileira. Apesar das condições, outros países como Alemanha e China possuem mais investimentos em energia solar que o próprio Brasil e isso por conta da falta de planejamento e adoção de medidas necessárias para implementação desse tipo de energia. Além disso, apesar da grande capacidade que possuímos com os ventos, a energia eólica representa apenas 22,1% de participação (BURNQUIST e DENNY, 2021).

Todas as crises abordadas neste estudo têm muito em comum, além dos problemas em acesso aos insumos para produção de energia e as medidas tomadas para garantir a oferta de energia elétrica a níveis que possibilitem a competitividade do recurso. A falta de planejamento com visão futura para ruptura da dependência da fonte hídrica tornou a situação ainda mais complicada a cada período de crise enfrentada (BORGES, 2021).

Houve em 2021 um baixo volume de chuvas, essencialmente nas regiões que destacam a agricultura, o que impactou fortemente a produção e acabou reduzindo os níveis de exportação dos produtos. Com pouca quantidade de produtos passíveis de exportação temos uma queda da circulação de reservas internacionais em 2021 o que leva a uma queda do poder de compra da moeda nacional (BURNQUIST e DENNY, 2021).

Os impactos da falta de energia elétrica são vários, inclusive afeta o abastecimento de mercadorias que dependem do uso de eletricidade para sua produção, o que pode trazer a falta de certos produtos ou até mesmo a elevação dos preços dessas mercadorias, levando a um processo inflacionário. Os consumidores acabam perdendo poder de compra quando há a passagem dos custos superiores para o preço dos produtos, além disso temos impacto também no emprego, pois há o aumento do custo de produção o que leva a redução do quadro de funcionários e da produtividade industrial. Além disso, temos no meio ambiental um impacto

pela adoção das termelétricas aumentando o uso dos combustíveis fósseis na produção de energia elétrica (BORGES, 2021).

Com a escassez de água os reservatórios das usinas hidrelétricas permanecem a níveis baixos, necessitando de mais água para entregar o mesmo resultado de quando há recurso suficiente para o funcionamento da usina. Esse tipo de fonte acaba sendo pouco produtivo e demanda mais para produzir o mesmo (ROMEIRO, 2021).

No contexto da pandemia, a qual modificou muito o cenário social e econômico, é fácil entendermos a preocupação do governo em buscar qualquer alternativa a evitar impactos econômicos advindos de um racionamento. É preciso, porém, clareza para a sociedade, pois a incerteza aumenta os riscos corridos e custos que podem ser maiores nestas condições (ROMEIRO, 2021).

A covid-19 foi e é grande agravante da situação da crise que enfrentamos, pois com ela vem à tona muitas inseguranças e impactos diversos. A alta da inflação, a insegurança da renda familiar, além das possibilidades de haver apagão (BURNQUIST e DENNY, 2021).

Em 2020, houve uma redução do consumo da indústria e do comércio, porém paralelamente houve um aumento do consumo residencial por conta das medidas adotadas de isolamento que levaram a adoção do trabalho em casa, além das aulas remotas. A volta às atividades tradicionais iniciou o processo de retomada do crescimento econômico e pesou no setor elétrico, apesar de que o crescimento da demanda deste setor torna-se elevado apenas quando comparado com o período de 2020 a 2021 com 4,4%, porém quando levamos em consideração o período de 2019, o crescimento é de 2,6 ou 1,3% ao ano, valor relativamente pequeno (CASTRO, BRANDÃO e CASTRO, 2021).

A bandeira vermelha patamar 2 tornou-se familiar aos consumidores incluindo as indústrias de pequeno porte e as residências. Isso é decorrente principalmente pela utilização das usinas termelétricas como forma de contornar a crise na nossa principal fonte de energia elétrica, sendo ela um ponto significativo na queda do consumo (CASTRO, BRANDÃO e CASTRO, 2021).

Podemos destacar aqui a visão do MAB (2021) em que ressalta a abordagem da escassez hídrica como uma desculpa para favorecimento do governo e empresas privadas. Em 2020 ocorreu uma queda de 10% da demanda por eletricidade, levando ao esvaziamento dos reservatórios já que não havia excesso de demanda, levando as usinas hidrelétricas a funcionarem com visão na escassez o que eleva as tarifas nas contas de energia elétrica. Além do incentivo à escassez, o esvaziamento dos reservatórios leva à necessidade de outras hidrelétricas de menor capacidade e origem privada a aumentarem a operação, o que aumenta

ainda mais os custos que são passados para população e favorecendo apenas as próprias companhias privadas. Além disso, com o cenário de escassez para justificar o problema de operação das hidrelétricas levam a maior utilização de termelétricas para suprir o consumo, o que ainda favorece os donos da hidrelétricas que na maior parte são os mesmos donos das termelétricas, levando a conta para população. Assim, fica claro que há possibilidade de o problema elétrico que enfrentamos não sejam apenas “má administração” e “evento natural”, com esse relato há a necessidade de investigação a respeito da conduta do governo frente às medidas tomadas e cabe às autoridades competentes, frente a denúncia do MAB, verificar todas as possibilidades ligadas a esse cenário (MAB, 2021).

Mesmo com todos os pontos destacados que levam a um estado de alerta em vários sentidos e sendo de grande preocupação a escassez de água na utilização das hidrelétricas que representam a maior parte da fonte de energia elétrica brasileira, não podemos equiparar as possibilidades de apagão com o período de 2001. É necessário admitir que, mesmo com ainda grande dependência, o setor de energia elétrica brasileira encontra-se com uma gama de possibilidades de produção de energia na matriz elétrica. Além disso, o governo teve certa experiência com as crises anteriores, possibilitando maior conhecimento e artifícios para modificar a situação a qual nos encontramos. É preciso tomadas de decisões corretas na diversificação da matriz energética com as fontes renováveis e na adoção de políticas ambientais, uma vez que muitos estudos apontam a escassez de chuvas como consequência das mudanças climáticas (CASTRO, BRANDÃO e CASTRO, 2021).

O crescimento da importância da energia eólica traz certo destaque para esta fonte, tornando-a mais competitiva, além de trazer várias vantagens para o país que a utiliza. O Brasil, por exemplo, possui condições altamente propícias para investir em energia eólica, principalmente com o avanço dos estudos e da tecnologia atualmente. A energia dos ventos acaba sendo um meio sustentável de conseguir a diversidade na matriz energética e a queda da dependência das hidrelétricas que tem como fonte um recurso esgotável, enquanto a fonte eólica é inesgotável.

4. ENERGIA EÓLICA: HISTÓRICO

A necessidade humana de tecnologias que facilitassem o trabalho, principalmente, na agricultura, foi o primeiro incentivo para a criação do primeiro modelo de moinho de vento para moagem de grãos e bombear a água. O aparelho era composto por uma haste vinculada a um eixo vertical, sendo necessária a força de animais ou humana através de gaiola circular

para que o moinho funcionasse. Ao longo do tempo, houve a necessidade de adaptações para melhor desempenho chegando, assim, a utilização da força d' água por meio das rodas de água que utilizava os rios como fonte principal que precedeu o uso do vento pela simplicidade. Foi com a falta de rio por muitos lugares que chegaram a força do vento através de moinhos em substituição para a força humana ou animal (DUTRA, 2008).

Figura 3 – Moinho de vento típico da Holanda



Fonte: (Dutra, 2008)

A utilização de cataventos, apesar de não possuírem muita eficiência por conta de sua estrutura, era de grande importância para realização de atividades que demandam força. Seu avanço ocorreu logo no início do século XX destinando estudos para abordagem da energia elétrica derivada do uso em grande porte. Foi em 1888 que o primeiro cata-vento com objetivo de gerar energia elétrica foi instalado e a partir da década de 1890 que ganhou força e de certa forma possibilitou a reflexão sobre a sustentabilidade nessa perspectiva (DUTRA, 2008).

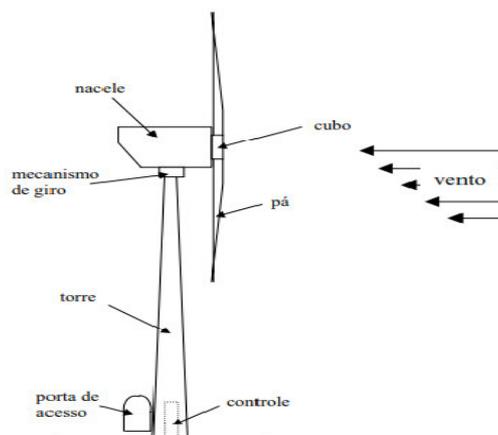
Em 1904 foi fundada a Sociedade dos Eletricistas eólicos e logo em 1920 as empresas passam a investir em aerogeradores elétricos de pequeno porte, porém com a utilização por parte da rede pública, além do aumento da necessidade de maior oferta de energia acabou levando esses geradores a um estado obsoleto. Já em 1931 o francês George Darrieus conseguiu desenvolver um desenho de uma turbina de 100 kW que foi inspiração para os geradores horizontais da atualidade. Além disso, um projeto de uma turbina com 3 pás foi elaborado em 1956 por Johannes Juul que recebeu aulas de La Cour, o qual percebeu que as turbinas que tivessem menos pás e maior velocidade possuíam mais eficiência na geração de

energia elétrica (LEITE e GUEVARA, 2013).

4.1 DEFINIÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

A energia que denominamos de energia eólica é obtida através da movimentação dos ventos. Desde a antiguidade a energia dos ventos é utilizada para facilitar a execução das atividades cotidianas, como citado no capítulo anterior, porém os maiores destaques da energia dos ventos vêm da sua utilização para geração de energia elétrica. A transformação da energia é realizada por meio dos aerogeradores, que é formado por uma torre responsável pela sustentação, as pás que serão destinadas ao movimento e um gerador elétrico que será acionado pelas pás que captam o vento, além de outros mecanismos que vão variar conforme o modelo. Além disso, o tipo de aerogerador ideal para determinado local irá variar tanto por fatores característicos de clima, quanto pela necessidade, podendo ser utilizada em pequeno porte como em residências demandando uma potência cerca de 1 kW ou para uma grande potência que precisa ser de pelo menos 100 kW para utilização no sistema elétrico (MAGALHÃES, 2009).

Figura 4 – Componentes básicos de um aerogerador de eixo horizontal



Fonte: (Moura, 2007)

4.2 PREMISSAS PARA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA

Para que se consiga obter o potencial que determinado local possui, é necessária a realização de estudos e pesquisas acerca dos regimes dos ventos e da velocidade. Sendo que para que haja êxito no investimento em certa região é importante que haja uma densidade

maior ou igual a 500 W/m², altura de 50 m e velocidade do vento entre 7 m/s e 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993 apud SOUZA, CUNHA e SANTOS, 2013).

Outros fatores influenciam fortemente o desempenho do uso de torres eólicas no processo de produção de energia elétrica, como a radiação solar, uma vez que os ventos são derivados da irregularidade da temperatura terrestre e cerca de 2% da energia que a terra absorve do sol se transforma em energia de movimento dos ventos. A variação do regime dos ventos, conforme abordado por Dutra (2008), apresenta os seguintes pontos:

- Variação relacionada à velocidade e altura;
- A rugosidade levando em consideração a utilização da terra e construções, além da vegetação;
- Possíveis obstáculos existentes ao redor do local;
- A mudança do escoamento do ar devido ao relevo;

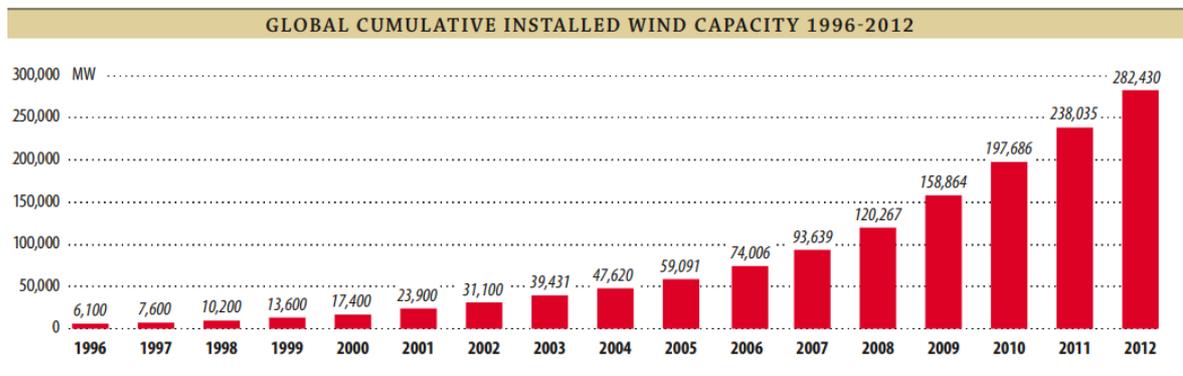
Segundo o autor, será possível a análise das possibilidades para determinada região através de uma consulta presencial ao local para que sejam verificadas de perto as condições necessárias para êxito do investimento, além de realização de mapas topográficos sendo possível também a utilização de imagens aéreas.

4.3 CENÁRIO MUNDIAL DE ENERGIA EÓLICA

A energia eólica vem ganhando força tanto pelos avanços tecnológicos quanto pela nova visão dos impactos causados pela utilização dos combustíveis fósseis por ser uma fonte de energia renovável e abundante. Essa fonte de energia tem seu destaque inicial a partir da década de 1980 e mais intensamente após a adoção do protocolo de Kyoto em 1997, visando uma queda na emissão de gases intensificadores do efeito estufa.

Podemos verificar o grande crescimento do uso da energia eólica através de um gráfico que mostra a capacidade eólica acumulada instalada mundialmente em MW abrangendo os anos de 1996 a 2012.

Figura 5 - capacidade eólica acumulada instalada mundial (1996 – 2012)



Fonte: GWEC (2013)

Podemos destacar que o fato desse crescimento ocorrer foi consequência de investimentos de alguns mercados os quais principais são com a Europa com destaque para Alemanha e Espanha, além da América do Norte com Estados Unidos e a Ásia com China e Índia. A China teve seu grande impacto no aumento do uso da energia eólica, excepcionalmente, em 2012 onde comparando ao nível mundial de 44,7 GW, instalou 13,2 GW (LAGE e PROCESSI, 2013).

Não se limitando apenas aos investimentos de instalação de aerogeradores, a China e a Índia investiram intensamente em bens de capital, desenvolvendo fornecedores de alta importância nos anos de 2012 e 2013. Esse investimento expandiu além da Ásia, ampliando ainda mais os horizontes asiáticos. Assim, o Brasil tornou-se alvo potencial de investimento uma vez que obteve cinco parques eólicos de apenas um investidor (LAGE e PROCESSI, 2013).

O segundo país com a maior capacidade acumulada, Estados Unidos, em 2012 registou um adicional na sua oferta energética derivada da fonte eólica de 13,1 GW não possui tanta vantagem no que se refere a investimento, já que há uma carência de políticas que incentivem o uso de energia renovável no longo prazo. O país possui um dos maiores fabricantes de equipamento deste segmento conhecido como *General Electric* (LAGE e PROCESSI, 2013).

Em 2012, a Europa teve seu destaque na utilização de energia eólica, desenvolvendo grandes empresas responsáveis pelo fornecimento das turbinas para os aerogeradores, podemos destacar assim, a *Vestas*, *Siemens*, *Enercon* e *Gamesa*. Os avanços do setor de energia eólica tiveram muita influência dos investimentos realizados pelas empresas de fornecimento das turbinas, a *Vestas* por exemplo, se manteve em primeiro lugar entre as dez

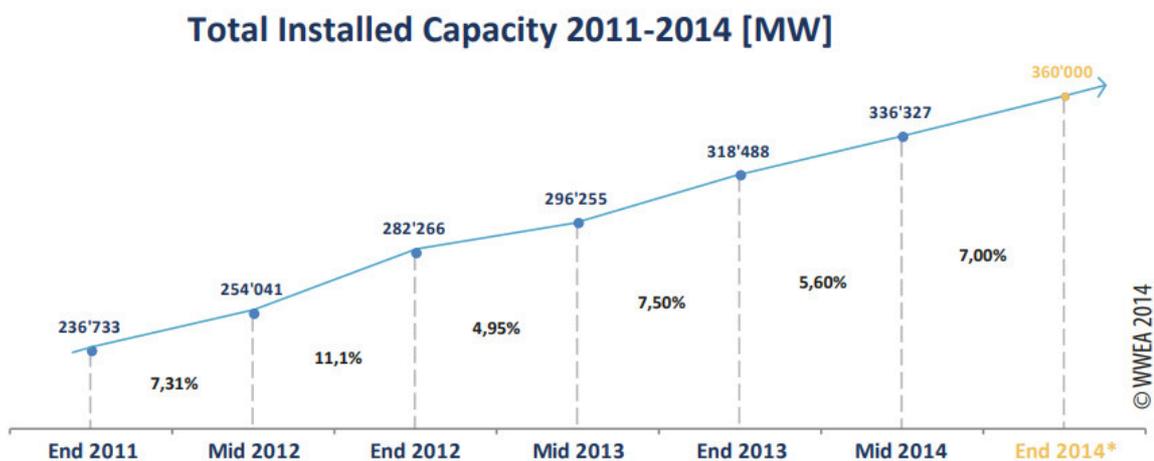
maiores fabricantes a nível mundial de aerogeradores de 2009 a 2011 (LAGE e PROCESSI, 2013).

Em 2014 foi publicado o relatório da Associação Mundial de Energia Eólica (WWEA) mostrando informações acerca da capacidade instalada da fonte eólica de energia no período dos primeiros seis meses do mesmo ano. É possível analisar a evolução de 2011 até 2014, e perceber que apenas nos primeiros seis meses do ano de 2014 houve a superação do acréscimo na capacidade eólica instalada de grande porte a nível mundial comparado ao ano inteiro de 2013, representando respectivamente valores de acréscimo de 17,6 GW e 14 GW. É importante frisar que a capacidade eólica instalada de grande porte mundialmente passou de 336 GW.

Ainda de acordo com o relatório WWEA (2014), é possível verificar que as três grandes potências de destaque no segmento de energia eólica de grande porte são: China, Alemanha e Brasil. O Brasil é um grande destaque nesse aspecto por ser a primeira vez que o país teve participação nesse pódio, sendo considerado o terceiro maior mercado em visibilidade no segmento de turbinas eólicas com nova capacidade de 1,3 GW. Com isso, o país mostrou sua grande capacidade de expansão. O primeiro lugar, porém, foi ocupado pela China, possuindo um adicional de capacidade de produção de 7,1 GW totalizando um potencial de 98 GW. A Alemanha ocupou o segundo lugar tendo um adicional em sua capacidade de produção de 1,8 GW.

Podemos verificar com a figura 6 um gráfico que mostra a capacidade total instalada em MW no período de 2011 – 2014:

Figura 6– Capacidade Total Instalada 2011 – 2014 (MW)



Fonte: WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION – WWEA (2014)

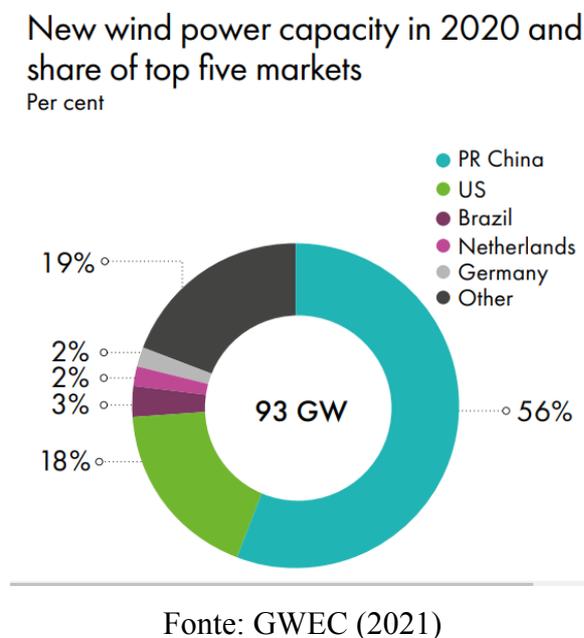
No caso das eólicas de pequeno porte temos, de acordo com o relatório da WWEA (2014) de eólicas de pequeno porte a nível mundial, outros resultados. Mais de 90% das instalações de pequeno porte eram encontradas na China e nos Estados Unidos. Ademais, a China juntamente com Estados Unidos e Reino Unido são os grandes responsáveis pelo crescimento do negócio de turbinas de menor porte. A China tem seu maior destaque quando nos referimos a instalações com representação de 70% do total, além de possuir uma capacidade que também a mantém como principal representando 39% do total, enquanto que Estados Unidos representa 31% da capacidade instalada mundial e o Reino Unido 9,4%.

A mudança na capacidade instalada a nível mundial teve grande aumento no decorrer dos anos, uma passagem de 23,9 GW no ano de 2001 para 486,7 GW em 2016, mostrando um crescimento de cerca de 2000%. Já em 2017 temos uma certa concentração da capacidade instalada a nível mundial em dez países onde se destacam em primeiro lugar a China com 34,88%, em segundo lugar os Estados Unidos 16,51% seguido da Alemanha representando 2,37% do total (GWEC, 2018).

Vale apontar que as políticas públicas para promover e inserir as energias renováveis no mundo, foram essenciais para esse crescimento da energia eólica. Além das políticas públicas, temos também alguns mecanismos que acabaram dando suporte para esse processo como corte dos impostos para energias renováveis, os leilões conhecidos como sistemas de quotas, as tarifas *feed-in* relacionadas aos sistemas de preços e o crédito de carbono (CASTRO et al, 2018).

O ano de 2020 foi histórico no crescimento de instalações eólicas representando um aumento de 53% com o acréscimo de 93 GW de energia eólica mesmo em meio às dificuldades enfrentadas. Isso mostrou a grande capacidade da energia eólica de se adequar às situações enfrentadas. Os destaques potenciais ainda permanecem sendo a China e Estados Unidos que acabaram aumentando sua participação de mercado para 76%, sendo esse alcance devido em grande parte aos mecanismos de apoio. Ademais a utilização de novas tecnologias bem como a utilização de economias de escala foi essencial para que a vantagem competitiva fosse mantida mundialmente. Apesar da pandemia por conta da covid-19 ter um grande potencial para impactar negativamente este setor, foi possível perceber a permanente força da sustentabilidade e em especial a energia verde, onde novos compromissos em prol da neutralidade do carbono foram estabelecidos por grandes empresas o que abrangeu as companhias de gás e petróleo. (GWEC, 2021).

Figura 7 – Nova capacidade de energia eólica em 2020 dos cinco mercados principais



4.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA EÓLICA

Existem algumas dificuldades a serem enfrentadas em relação ao uso de energia eólica, por exemplo há uma grande necessidade de um amplo território uma vez que se muito próximas poderá haver interferência de uma em outra e além de o espaço entre elas é necessário que haja um ambiente sem obstáculos que impeçam o melhor aproveitamento do vento ou desempenho dos aerogeradores. Outra dificuldade está ligada à instalação por conta da grande exploração do solo com intuito de promover a fixação correta das torres e acaba afetando a cobertura vegetal, porém a recuperação do solo é rápida e a vegetação pode ser

replantada, o que acaba não sendo considerado um alto impacto ambiental. Não podemos deixar de destacar a interferência eletromagnética, onde os funcionamentos das torres podem interferir no desempenho de meios de comunicação como televisores. Além disso, temos o ruído gerado tanto pela visão mecânica das engrenagens quanto referente à velocidade que o vento na turbina causa. Também é levado em consideração o impacto visual que é causado para alguns, apesar de para muitos representarem os avanços tecnológicos, para outros a utilização das torres é poluição visual (BARBOSA, 2008).

Pode ser observado, no Brasil, certo movimento que vão contra a utilização da energia eólica em algumas comunidades que se sentem prejudicadas de alguma forma, como as comunidades pesqueiras e associações ambientais e humanitárias que reconhecem o impacto dos pontos negativos nas comunidades locais da utilização da energia eólica, como citado anterior (GORAYEB, BRANNSTROM e MEIRELES, 2019)

Apesar dos impasses encontrados com o uso da fonte eólica, temos vantagens a destacar. A primeira vantagem associada à energia eólica que podemos citar é a produção de energia limpa, é considerada uma fonte ambientalmente correta, em que o processo de geração de energia não libera nenhum tipo de gás poluente, além de não liberar resíduos radioativos no meio ambiente. O segundo destaque está na sustentabilidade, já que a energia eólica produz energia por meio de uma fonte inesgotável que é o vento. A preservação da vegetação e dos animais também é notada no uso dessa fonte de energia, pois não há necessidade de retirar a fauna e a flora para fixação da torre em qualquer local propício, há uma necessidade, porém de um estudo a respeito das aves que acabam sendo afetadas muitas vezes, mas a situação pode ser mudada através de um planejamento elaborado.

A terceira vantagem que cabe ressaltar é a possível utilização dos ambientes que possuem instalações de aerogeradores por atividades agrícolas já que os aerogeradores não produzem poluição no solo e no ar. O quarto ponto é relacionado à alta capacidade brasileira na produção de energia por fontes eólicas, sendo importante para desvincular a dependência das fontes fósseis trazendo grande vantagem competitiva no que compete à exportação de energia limpa. A quinta vantagem é a atratividade gerada apesar do problema visual, os turistas acabam sendo atraídos, além de estudiosos e pessoas com interesse de investimentos, o que traz desenvolvimento local e tecnológico. O sexto ponto é em relação à geração de empregos ligada à produção industrial de equipamentos e aos estudos para desenvolvimento e inovação do setor (BARBOSA, 2008).

A fonte eólica possui baixo impacto em todo seu processo de desenvolvimento. Além disso, não emite gás carbônico em seu processo de geração de energia. Temos que em 2020

foi evitada a emissão comparada a liberada por 21 milhões de automóveis de pequeno porte, o equivalente a cerca de 21,2 milhões de toneladas de gás carbônico. Além de a energia eólica ser renovável e não poluir, através dela são geradas rendas, proporcionando, também, melhorias para os donos das terras em que as torres são instaladas, possibilitando ainda que a área de instalação seja utilizada para agricultura (ABEÉOLICA, 2021).

A nível econômico e social temos que a implantação de parques eólicos impacta positivamente o Produto Interno Bruto (PIB) e o Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM), conclusão essa extraída de uma comparação realizada com os municípios que tiveram instalações de parques eólicos e de municípios que não receberam nenhum parque eólico. Os dados mostraram que dos municípios que tiveram a instalação alcançaram um aumento de 21,15% no PIB real entre 1999 e 2017, além de um crescimento de 20% do IDHM em um período de 2000 a 2010. Os benefícios ainda vão além, para as comunidades, através de projetos realizados pelas empresas de energia eólica para desenvolvimento da população local com ações para capacitar jovens e adultos no âmbito digital o que aumenta a capacidade individual possibilitando melhorias de emprego, além disso temos projetos de creches e escolas visando uma maior qualidade de vida e promoção da discussão acerca do desenvolvimento sustentável e as fontes renováveis possibilitando a construção de um pensamento crítico. Outro projeto interessante se refere à seguridade hídrica possibilitando e melhorando o acesso a água por populações distantes, além de ações realizadas para facilitar o acesso à saúde, incentivo a prática do esporte e projetos de melhoria da renda da população local com incentivo às atividades produtivas através de algumas matérias-primas como coco, leite, mandioca e outros (ABEÉOLICA, 2021).

4.5 CUSTO DAS USINAS EÓLICAS

A instalação de uma usina eólica tem, para cada MW eólico instalado, um custo médio de aproximadamente R\$ 4,5 milhões. Podemos afirmar que a energia eólica se encontra em segundo lugar no sentido de competitividade levando em consideração as demais fontes de energia usadas na matriz brasileira. O primeiro lugar ainda é contemplado pelas hidrelétricas, porém a energia eólica acaba se comparando ou até superando algumas centrais hidrelétricas de pequeno porte e vem ganhando espaço na matriz energética brasileira (SILVA et al, 2020).

No leilão realizado próximo ao final de 2014 pela Agência Nacional de Energia Elétrica foi possível verificar certas vantagens da comercialização da energia eólica em comparação com algumas outras, inclusive com as pequenas centrais hidrelétricas que

apresentaram um preço médio de R\$ 162/MWh enquanto o preço médio da comercialização de energia eólica ficou nos R\$ 132/MWh. Além da comparação com a fonte hidrelétrica, podemos justificar o destaque da energia eólica frente às fontes fósseis, uma vez que o preço médio de comercialização do carvão mineral ficou em R\$ 202/MWh, além do gás natural que teve seu preço médio em R\$ 206 e para biomassa R\$ 207/MWh (SILVA et al, 2020).

4.6 CAPACIDADE INSTALADA E INVESTIMENTO

No ano de 2020 houve um aumento de 2,30 GW de nova capacidade com adição de 66 novos parques eólicos e a renovação da potência de 14 outros parques. De um total de 2,30 GW a representação dessa renovação da potência é representada por 31 MW. O fim do ano de 2020 foi marcado por um total de 686 usinas instaladas e 17,75 GW de potência eólica (ABEEÓLICA, 2021).

A respeito do investimento realizado no setor de energia eólica, temos ao final do ano de 2020 um valor cerca de R\$ 20,6 bilhões, sendo este uma representação de 45% do total investido em fontes de energias renováveis o que abrange a biomassa, energia solar, biocombustíveis e outros tipos. Os investimentos na energia eólica cresceram no ano de 2020 chegando a representar quase um recorde, ficando abaixo apenas de 2011 em um período de dez anos (ABEEÓLICA, 2021).

4.7 INVESTIMENTO E COMPETITIVIDADE DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

As portas para o desenvolvimento da energia eólica no Brasil abriram-se a partir de 2008, período em que ocorreu um atraso nas economias europeia e americana que deu espaço para construção de um parque produtivo para gerar energia eólica. Em 2013, havia oito fabricantes principais representantes da capacidade instalada na época que marcava 3GW/ano. Podemos destacar a fabricante WEG, que possuía uma ligação com a MTOI espanhola para desenvolvimento de aerogeradores no país, além da WPE que estudava a construção de aerogeradores totalmente nacionais com potencial que ultrapassasse os 4 MW (LAGE e PROCESSI, 2013).

Apesar do incentivo ao investimento em eólicas ter sido marco no ano de 2008, precisamos enfatizar que foi através do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica ou PROINFA que começou a ter uma visão a grande nível da energia eólica com as primeiras contratações em 2002. O cenário foi melhorando, principalmente com a Lei nº 10.848 de março de 2004, que levou o contrato de energia a ser realizado por meio de

leilões, caracterizando a estreia da energia eólica em 2007 com o Leilão de Fontes Alternativas, porém a sua comercialização só ocorreu em 2009 com o Leilão de Reserva. Com participações recorrentes nos leilões, o Brasil conseguiu aumentar a participação eólica através do cadastro das usinas eólicas. A capacidade instalada em 2002 era 0,2% e foi elevada para uma representação de 7,8% já no fim de 2017 (EPE, 2018).

Em 2019, a energia eólica foi considerada de alta competitividade, levando assim ao Plano Decenal de Energia (2029), uma visão de desenvolvimento da fonte eólica de energia, porém para que houvesse certo êxito seriam necessárias mudanças como o aumento da potência complementar, por exemplo (PDE, 2019).

A energia eólica levou o Brasil a um patamar alto no ranking mundial, sendo de fato bem entendida essa situação, uma vez que o país possui características bastantes favoráveis com o vento abundante em várias regiões. As empresas ganham cada vez mais interesse em investimento no país, principalmente quando nos referimos a região Nordeste, sendo ela valorizada frente outros locais (SOUZA et al, 2020).

Podemos destacar, ainda, cinco países principais para novas instalações de energia eólica: China, Estados Unidos, Brasil, Holanda e Alemanha. Analisando as instalações realizadas em conjunto, podemos chegar a 80,6% de instalações em 2020, com marco de 10% a mais quando comparado ao ano de 2019 (GWEC, 2021). A participação do Brasil nesse ranking mostra o resultado dos investimentos e a capacidade do país para a utilização e exploração da fonte eólica.

O cenário de 2020 é de crescimento até outubro de 2020. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) disponibilizou 318,34 MW, em que 46% são representados pela fonte eólica seguido de 30% representado por fonte solar fotovoltaica e por último 24% de fontes térmicas e hídricas com usinas e pequenas centrais respectivamente (ANEEL, 2020).

Podemos enfatizar que Paraná, Tocantins e Rio de Janeiro tiveram início da operação comercial. Além disso, no que diz respeito ao acréscimo da capacidade, podemos mostrar o Rio Grande do Norte se sobressaindo com aumento de 101,08 MW que são origem da utilização de fonte eólica. O potencial acrescido pela região representa 32% do total no mês acrescido pelo país. Além do Rio Grande do Norte, temos uma evolução do Piauí, que teve um acréscimo de 91,68 MW, onde apenas uma usina foi capaz de alcançar os 50 MW do total acrescido pelo estado (ANEEL, 2020).

Em relação à prosperidade, a fonte eólica se mostra bastante relevante, também, atingindo em abril de 2021 a marca de 1.007 MW. De acordo com a ANEEL a energia eólica

foi a fonte que mais cresceu pelo quarto mês consecutivo representando 67% do total da potência instalada no mês de abril resultando em 218,45 MW de potência (ANEEL, 2021).

A instalação de unidades com fim comercial ocorreu em 12 estados, com destaque para Bahia, Rio Grande do Norte e Piauí que juntos foram responsáveis por 64,8% da capacidade instalada. A Bahia obteve o potencial de 241,55 MW, Rio Grande do Norte 221,06 MW e Piauí um potencial de 190,35 MW. No sistema isolado temos um aumento de 44,26 MW em relação ao sistema isolado (não ligado à rede elétrica) em 2021 (ANEEL,2021)

A geração eólica foi responsável por 83% da capacidade instalada acrescida no primeiro semestre de 2021 com 1.422,9 MW de um total de 1.787,4 MW. Foram liberados 407,23 MW pela ANEEL para fim comercial, e a representação eólica foi de 284,46 MW o que representa cerca de 70% do total mensal (ANEEL, 2021).

Houve novas instalações nos 12 estados para operação comercial ao longo do ano de 2021, em que quatro estados analisados em conjunto correspondem a 79,8% da capacidade instalada durante o ano de 2021 no Brasil - a Bahia representando 494,10 MW do potencial; o Rio Grande do Norte com potencial de 428,68 MW; o estado do Piauí com representação de 299,10 MW, e o estado do Ceará com representação de 205,8 MW da capacidade instalada. A capacidade fiscalizada está em 176.157,6 MW, segundo o Sistema de Informações de Geração da ANEEL e, deste montante, 75,01% representam as fontes sustentáveis com baixa emissão de gases intensificadores do efeito estufa (ANEEL, 2021).

5 CONCLUSÃO

A preocupação com a alocação dos recursos frente às necessidades da humanidade é um ponto crucial na busca pelo desenvolvimento sustentável, uma vez que a economia aborda a melhor utilização dos recursos de modo a não impactar negativamente a vida dos indivíduos. Como a energia tem sua fonte na utilização de recursos que impactam na natureza e na vida da população, o estudo da abordagem tecnológica na produção de energia é crucial para alcançarmos melhorias ambientais e sociais sem comprometer o crescimento econômico.

A transformação do cenário energético é uma necessidade visto sua importância na sociedade. A busca por alternativas aos combustíveis fósseis não é mais uma opção e sim um requisito para a manutenção da competitividade e para fuga da obsolescência do setor energético.

Percebemos que o mundo ainda possui certa dependência dos combustíveis fósseis e o Brasil possui certa diferença neste aspecto, uma vez que a matriz energética brasileira tem em

sua maior composição as fontes consideradas limpas. Contudo, um fator preocupante é que mais da metade dessa composição está voltada para utilização das hidrelétricas que, associadas a uma má administração de investimentos e políticas, levaram aos cenários de crise que se repetem na atualidade.

O cenário histórico de crise enfrentado pelo Brasil, remete, além da má administração de recursos e tomadas de decisões ruins (o que gerou uma base desfavorável para desenvolvimento desse setor), à dependência forte de hidrelétricas para fornecimento de energia elétrica. A hidrelétrica, como mencionada, apesar de ainda ser considerada limpa, sua fonte é a água, um recurso esgotável, além de que sua implantação traz alguns impactos ambientais como foi visto anteriormente. Contudo, o principal ponto de destaque que requer atenção é a utilização dos combustíveis fósseis em meio a tantas outras alternativas consideradas limpas que foram destacadas no trabalho, tornando a hidrelétrica, apesar de entraves associados a ela, uma alternativa de vantagem quando contraposta aos combustíveis fósseis.

A fonte energética derivada dos ventos é uma das fontes entre as outras alternativas passíveis de serem utilizadas no Brasil. A energia eólica, além de se mostrar com alta competitividade na substituição dos combustíveis fósseis, também mostrou gerar grandes benefícios para as regiões nas quais estão instaladas, como geração de empregos, não emissão de gases poluentes, preservação da vegetação e dos animais, entre outros pontos abordados no decorrer do estudo.

O Brasil possui grandes vantagens para utilização da energia eólica que possui uma fonte inesgotável, uma vez que utiliza a força dos ventos e este recurso é abundante no país. Este fato atrai investimentos principalmente na região Nordeste, que possui maior valorização frente às outras regiões. Além disso, o Brasil vem crescendo no segmento de energia eólica e a cada ano vem ganhando mais destaque. No primeiro semestre de 2021, por exemplo, a energia eólica foi responsável por um acréscimo de 83% da capacidade instalada.

De fato, não podemos ignorar os impactos que a energia eólica tem causado ao meio ambiente e as comunidades que habitam próximas às instalações de parques eólicos. Isso traz uma reflexão a respeito do uso desta fonte bem como a necessidade de maiores investimentos em estudos sobre a adoção das torres eólicas como forma de produzir eletricidade.

A utilização da energia eólica, contudo, traz várias vantagens para o Brasil e podemos enfatizar que a utilização de incentivos fiscais combinados às vantagens brasileiras na produção de energia eólica facilita o investimento neste segmento energético que vem ganhando mais força e mais espaço tanto no Brasil como no mundo. O Brasil, ainda, pode

conseguir maior destaque no uso da energia eólica buscando menor impacto possível as comunidades locais e ao meio ambiente, porém, é necessário mais investimentos, além dos incentivos fiscais, em Pesquisa e Desenvolvimento para encontrar novas tecnologias e alcançar a queda dos custos da utilização dessa fonte de energia, diminuindo os impactos negativos, possibilitando melhor qualidade na utilização da energia eólica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Capacidade instalada em 2021 supera 1 gigawatt; eólicas são o destaque pelo quarto mês seguido. ANEEL, 2021. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/capacidade-instalada-em-2021-supera-1-gigawatt-eolicas-sao-o-destaque-pelo-quarto-mes-seguido/656877?inheritRedirect=false&redirect=https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3> Acesso em: 28 de dezembro de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. No Dia Mundial da Água, ANEEL publica infográfico sobre hidrelétricas no Brasil. ANEEL, 2021. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/no-dia-mundial-da-agua-aneel-publica-infografico-sobre-hidreletricas-no-brasil/656877?inheritRedirect=false&redirect=http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3> Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

ALBERTIN, Lilians Lazzani. PREFEITO, Luiz Fernando Biazetti. MAUAD, Frederico Fábio. O risco de desabastecimento energético, frente à retomada da economia brasileira. **abrh**, 2007. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/8e20bf04a562b61297a7d9cd8989e570_9c600dfd31f7e5178c73092538178122.pdf> Acesso em: 12 de janeiro de 2022.

ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Makron Books, 2000.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

Balanco Energético Nacional. **Empresa de Pesquisa Energética**, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>> Acesso em: 22 de novembro de 2021

BARBOSA, Ana Carolina Lourenzi. Avaliação ambiental do uso da energia eólica para usuários de pequeno porte. **Lume**, 2008. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18065/000685805.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 29 de dezembro de 2021.

Boletim Anual Dados 2020. **ABEEÓLICA**, 2021. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o_2020.pdf> Acesso em: 30 de dezembro de 2021.

BORGES, Fabricio Quadros. Crise de energia elétrica no Brasil: uma breve reflexão sobre a dinâmica de suas origens e resultados. **RECIMA21 revista científica multidisciplinar issn 2675-6218**, 2021. Disponível em <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/809/670>> Acesso em: 09 de dezembro de 2021

BORGES, Fabricio Quadros. Crise de energia elétrica no Brasil: uma breve reflexão sobre a dinâmica de suas origens e resultados. **RECIMA21 revista científica multidisciplinar issn 2675-6218**, 2021. Disponível em <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/809/670>> Acesso em: 09 de dezembro de 2021.

BURNQUIST, H. L.; DENNY, D. M. T. Risco de apagão e racionamento de energia elétrica: de volta para o futuro? **CEPEA; ESALQ; USP**, 2021. Disponível em <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/risco-de-apagao-e-acionamento-de-energia-eletrica-de-volta-para-o-futuro.aspx>> Acesso em: 20 out.2021.

CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, Frederico Cavadas. **Mensurando a Sustentabilidade. In: Peter May. (Org.). Economia do Meio ambiente - Teoria e Prática.** 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus-Elsevier, 2010.

CASTRO, Nivalde de. BRANDÃO, Roberto. CASTRO, Bianca de. O avanço da crise hídrica no Brasil. **GESEL**, 2021. Disponível em <http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/29_Castro299.pdf> Acesso em: 16 de dezembro de 2021.

CASTRO, Nivalde de; LIMA, Antônio; HIDD, Gabriel; VARDIERO, Pedro. Perspectivas da Energia Eólica offshore. **GESEL**, 2018. Disponível em <http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/19_castro184.pdf> Acesso em: 02 de dezembro de 2021.

CAVALCANTI, Clóvis (org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 3.ed. São Paulo: Cortez, Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2001.

CERQUEIRA, G. A. et al. A Crise Hídrica e suas Consequências. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, abril/2015 (**Boletim do Legislativo nº 27, de 2015**).

Disponível em www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 06 de dezembro de 2021.

CMEB (Centro da Memória da Eletricidade no Brasil). **Panorama do setor de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro, 1988. ISBN 85-85147-03-2.

DIENSTMANN, Gustavo. Energia solar. **UFRGS**, 2009. Disponível em <

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24308/000736300.pdf>> Acesso em: 10 de novembro de 2021.

DUTRA, R. **Energia eólica: princípios e tecnologia**. Rio de Janeiro: CRESESB, 2008.

Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **PARTICIPAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS EÓLICOS NOS LEILÕES DE ENERGIA NO BRASIL : Evolução dos projetos cadastrados e suas características técnicas**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em

https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-394/NT_EPE-DEE-NT-041_2018-r0.pdf. Acesso em 27 de dezembro de 2021.

FELICIANO, R. (Coord.) **Panorama da memória da eletricidade no Brasil**. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 1988

GALVÃO, Jucilene; BERMANN, Célio. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. **SCIELO**, 2015. Disponível em

<<https://www.scielo.br/j/ea/a/vkWLM6pfvzMGj8NxysXHbZm/?lang=pt>> Acesso em 06 de Dezembro de 2021.

GOÉS, Guilherme Sandoval. **A geopolítica da energia do século XXI**. Rio de Janeiro: Synergia, 2021

GOLDEMBERG, José; VILLANUEVA, Luiz Dondero. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 2003.

GOMES, João Paulo Pombeiro; VIEIRA, Marcelo Milano Falcão. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **SCIELO**, 2009. Disponível em <

<https://www.scielo.br/j/rap/a/NWxd9HmK8wJBGKMPq6GcLqz/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 24 de novembro de 2021.

GORAYEB, Adriane; BRANNSTROM, Christian; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. Impactos socioambientais da implantação dos parques de energia eólica no Brasil.

Observatório da energia eólica, 2019. Disponível em:

<http://www.observatoriodaenergiaeolica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/07/livro_web.pdf>
Acesso em: 05 de fevereiro de 2022.

GWEC - Global Wind Energy Council. **Global Wind Report 2021**. Bruxelas, 2021.

Disponível em <<https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>> Acesso em: 02 de dezembro de 2021.

GWEC- Global Wind Energy Council. **Global Wind Report 2017: Opening up new markets for business**. Bruxelas, 2018. Disponível em <https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/11/GWEC_Global_Wind_2017_Report.pdf> Acesso em: 2 de dezembro de 2021.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, L. H. **Capitalismo Natural**. São Paulo: Cultrix, 1999.

INATOMI, Thais Aya Hassan; UDAETA, Miguel Edgar Morales. Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos. **GEPEA**, 2005. Disponível em <<https://docplayer.com.br/8662215-Analise-dos-impactos-ambientais-na-producao-de-energia-dentro-do-planejamento-integrado-de-recursos.html>> Acesso em: 10 de novembro de 2021

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Disponível em <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.

LAGE, Elisa Salomão; PROCESSI, Lucas Duarte. Panorama do setor de energia eólica. **BNDES**, 2013. DISPONÍVEL EM <

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2926/1/RB%2039%20Panorama%20do%20setor%20de%20energia%20e%3b3lica_P.pdf> Acesso em : 20 de dezembro de 2021.

LAVEZZO, César Augusto Lotti. Fontes de energia. **Revista eletrônica Gestão em Foco**

UNIFIA, 2016. Disponível em <https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/012_fontes_energia.pdf> Acesso em: 29 de setembro de 2021.

LEITE, Ana Carolina Gomes Moreira; GUEVARA, Prof. Arnoldo José de Hoyos. A

sustentabilidade empresarial, social e as fontes de energia. **BISUS**, 2013. Disponível em <

<https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/posgraduacao/programas/administracao/bisus/bisus-2s-2103-v1.pdf>> Acesso em: 16 de dezembro de 2021.

LIMA, J. L. Estado e energia no Brasil. **O setor elétrico no Brasil: das origens à criação da Eletrobrás (1890-1962)**. São Paulo: IPE, USP, 1984.

LORENZO, Helena Carvalho de. Eletrificação, urbanização e Crescimento Industrial no estado de São Paulo, 1880 – 1940. **UNESP**, 1993. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104475/delorenzo_hc_dr_rcla.pdf?sequence=1> Acesso em: 25 de novembro de 2021

LORENZO, Helena Carvalho de. O setor elétrico brasileiro: passado e futuro. **UNESP**, 2001. Disponível em <<file:///C:/Users/user/Downloads/3a-o-setor-eltrico-brasileiro-passado-e-futuro.pdf>> Acesso em: 29 de setembro de 2021.

MAGALHÃES, Murilo Vill. Estudo de utilização de energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil. **REPOSITÓRIO UFS**, 2009. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/123646/Economia291554.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 16 de dezembro de 2021.

MARTINS, F.R.; GUARNIERI, R.A.; PEREIRA, E.B. O aproveitamento da energia eólica. **SCIELO**, 2008. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/nL6x7dJv9gJv7HnkTSJRLfs/?lang=pt>> Acesso em: 16 de dezembro de 2021

Matriz Elétrica Mundial 2019. **IEA**, 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>> Acesso em 22 de novembro de 2021.

MEBRATU, D. Sustainability and sustainable development: Historical and conceptual review. Environmental Impact Assessment Review. **International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University**, 1998. Disponível em <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.474.8171&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 22 de novembro de 2021.

MOVIMENTO ATINGIDOS POR BARRAGENS. A farsa da crise hídrica no setor elétrico. **MAB**, 2021. Disponível em: <<https://mab.org.br/2021/06/29/a-farsa-da-crise-hidrica-no-setor-eletrico/>> Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

PEREIRA, Geraldo Magela. História das usinas hidrelétricas. **Revista brasileira de geologia de engenharia e ambiental**, 2012. Disponível em: <<https://www.abge.org.br/downloads/9%20->

%20HIST%C3%93RIA%20DAS%20USINAS%20HIDREL%C3%89TRICAS.pdf> Acesso em: 26 de janeiro de 2022.

Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 / Ministério de Minas e Energia. **Empresa de Pesquisa Energética**. Brasília: MME/EPE, 2019

Plano Nacional de Energia 2050. **Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética**. Brasília: MME/EPE, 2020.

RIBEIRO, Viviane Wallen Silva de Moura; BASSANI, Christina. A questão da hidrelétrica como fonte de energia essencial no modelo atual de sustentabilidade: e o caso de Belo Monte. **VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2011. Disponível em <https://www.inovarse.org/sites/default/files/T11_0355_1508.pdf> Acesso em: 10 de novembro de 2021.

Romeiro, L. D. (2021). **Riscos à Vista, Conta a Prazo – Desafios na Crise de Suprimento de Eletricidade**. *Ensaio Energético*, 23 de agosto, 2021.

ROMEIRO. **Economia ou economia política da sustentabilidade**. In: MAY, Peter Herman (Org.). *Economia do Meio Ambiente: teoria e prática*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. In: STROH, Paula Yone, (Org.). Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SALAS-ZAPATA, W.; RÍOS-OSORIO, L.; CASTILLO, J.A.D. La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciencia. **Interciencia**, 2011. Disponível em: <<https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/699-e-SALAS-8.pdf>> Acesso em: 22 de novembro de 2021.

SILVA, Luzilene Souza et al. Avaliação de Custo Benefício da Utilização de Energia Fotovoltaica. **Revista de Ciência e Tecnologia**, 2019. Disponível em <<https://revista.ufr.br/rct/article/download/5405/2776>> Acesso em: 11 de janeiro de 2022.

SILVA, Marina Raisal Vilela da et al. Energia eólica, solar e de biomassa: uso, perspectiva e desafios. **Periódicos científicos**, 2020. Disponível em <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/11320/7667>> Acesso em: 30 de dezembro de 2021.

SOUZA, Dryelle Tuane de et al. Análise do potencial eólico Brasileiro: estudo de caso in loco da construção do parque eólico em Santa Luzia – PB. **REVISTA GESTÃO**

INDUSTRIAL, 2020. Disponível em <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi>> Acesso em: 27 de dezembro de 2021.

SOUZA, Luciano Laignier de; CUNHA, Rafael Borges da; SANTOS, Maurício Henrique Pereira. Análise da geração de energia eólica. **SEMANA ACADÊMICA**, 2013. Disponível em <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_cientifico_eolica_1_0.pdf> Acesso em: 16 de dezembro de 2021.

TOLMASQUIM, Mauricio. As origens da crise energética brasileira. **SCIELO**, 2000. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/47YNhcdZ9PXxNfHg7kDgdsy/?lang=pt>> Acesso em 04 de dezembro de 2021

TOMASONI, Marco Antônio; PINTO, Josefa Eliane de Siqueira; SILVA, Heraldo Peixoto da. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **GeoTextos**, 2009. Disponível em <<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/1483/1/2766.pdf>> Acesso em 06 de dezembro de 2021.

Usinas eólicas e solares respondem por 76% da capacidade liberada em outubro. **ANEEL**, 2020. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/usinas-eolicas-e-solares-respondem-por-76-da-capacidade-instalada-em-2020-ate-outubro/656877?inheritRedirect=false&redirect=https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D2%26p_p_col_count%3D3> Acesso em: 28 de dezembro de 2021.

VICHI, Flávio Maron; MANSOR, Maria Teresa Castilho. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **SCIELO**, 2009. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/qn/a/jKDr7jyNw7p5TcqDvXSfx3t/?lang=pt>> Acesso em: 16 de dezembro de 2021

WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION - WWEA (Germany) (Org.). SMALL WIND WORLD REPORT. Bonn: **Wwea**, 2014. Disponível em <http://small-wind.org/wp-content/uploads/2014/03/2014_SWWR_summary_web.pdf> Acesso em: 20 de dezembro de 2021

WWEA, World Wind Energy Association (Org.). **World Wind Energy Association Wwea**, 2014. Disponível em <https://www.wwindea.org/webimages/WWEA_half_year_report_2014.pdf> Acesso em: 20 de dezembro de 2021

