

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ATHOS HIROCHI IWAMOTO

**ANÁLISE HISTÓRICA: GERAÇÃO EÓLICA E SEU IMPACTO
SOCIOECONÔMICO**

CORNÉLIO PROCÓPIO

2024

ATHOS HIROCHI IWAMOTO

**ANÁLISE HISTÓRICA: GERAÇÃO EÓLICA E SEU IMPACTO
SÓCIOECONÔMICO**

Historical Analysis: Wind power and its socioeconomic impact

Trabalho de conclusão de curso de graduação,
apresentada como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Prof. Me. João Cesar de Paula Salve

CORNÉLIO PROCÓPIO

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Elétrica
Engenharia Elétrica



FOLHA DE APROVAÇÃO

Athos Hirochi Iwamoto

ANÁLISE HISTÓRICA: GERAÇÃO EÓLICA E SEU IMPACTO SOCIOECONÔMICO

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 16:00hs do dia 06/05/2024 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O(A) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Avaliadora composta pelos(as) professores(as) abaixo. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Me(a). João Cesar de Paula Salve - Presidente (Orientador(a))

Prof(a). Dr(a). Silvio Aparecido de Souza - (Membro)

Prof(a). Me(a). Marco Antonio Ferreira Finocchio - (Membro)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por toda condução e intercessão durante toda a trajetória de minha graduação, agradeço pela oportunidade de trilhar este caminho ao lado de amigos e mentores.

À minha família que me apoiou e sempre esteve comigo nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador Prof. João Cesar e a todo corpo docente da UTFPR que sem dúvidas tiveram parte em todas as minhas conquistas como pessoa e como profissional.

Aos meus amigos e mentores que sempre me incentivam a buscar mais e sonhar mais alto, e nunca me deixam desistir em meio as tempestades.

À minha amada, que esteve comigo me apoiando e me dando todo suporte, por me acalmar e caminhar ao meu lado.

RESUMO

Com o crescimento da Indústria e a chegada de novas tecnologias, o consumo de energia vem aumentando gradativamente. Juntamente com o consumo, a preocupação com a questão ecológica vem crescendo, aumentar a geração de energia de forma limpa e renovável é um grande desafio, mas tem tido bons resultados nas últimas décadas. Neste contexto, com o intuito de entender melhor a situação atual do país iniciou-se um estudo sobre a história da geração distribuída dando ênfase na geração eólica. Neste estudo foi aplicado o método de Análise Histórica, reunindo documentos, artigos e reportagens para entender a situação vivida pelo país e propor mudanças que podem melhorar a qualidade de vida da população e diminuir os impactos causados pela geração distribuída.

Palavras-chave: Geração eólica; Geração Distribuída; Geração de Energia; Energia Limpa; Energia Renovável.

ABSTRACT

With the growth of Industry and the arrival of new technologies, energy consumption has been gradually increasing. Along with consumption, concern about ecological issues has been growing. Increasing energy generation in a clean and renewable way is a major challenge, but it has had good results in the last decade. In this context, in order to better understand the current situation in the country, a study was started on the history of distributed generation, with an emphasis on wind generation. In this study, the Historical Analysis method was applied, bringing together documents, articles and reports to understand the situation experienced by the country and propose changes that can improve the population's quality of life and further reduce the impacts caused by distributed generation.

Keywords: Wind generation; Distributed Generation; Power Generation; Clean Energy; Renewable Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz Elétrica Brasileira em Porcentagem	12
Figura 2 - Esquema Torre eólica.....	13
Figura 3 - Parque eólico Onshore	13
Figura 4 - Parque eólico Offshore.....	14
Figura 5 - Mapa da velocidade média anual de ventos a 50m de altura	18
Figura 6 - Principais marcos da Energia Eólica do Século XI ao Século XIX	19
Figura 7 - Marcos importantes para Energia Eólica no Século XX	21
Figura 8 - Matriz Elétrica Brasileira	24
Figura 9 - Capacidade de geração eólica instalada por Estado.....	25
Figura 10 - Matriz Elétrica Brasileira em 2012	27
Figura 11 - Danos a Estrutura Residencial	30

LISTA DE SIGLAS

GD - Geração Distribuída

INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

Confaz - Conselho Nacional de Política Fazendária

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano

CDE - Conta de Desenvolvimento Energético

Gecex - Comitê-Executivo de Gestão

Camex - Câmara de Comércio Exterior

BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	9
1.1INTRODUÇÃO	9
1.2 JUSTIFICATIVA.....	9
1.3 OBJETIVO GERAL.....	10
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL	11
2.2 GERAÇÃO EÓLICA	12
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1 MATERIAIS	15
3.2 MÉTODOS.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
4.1 HISTÓRIA DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL	17
4.2 HISTÓRIA DA GERAÇÃO EÓLICA	18
4.3 CRESCIMENTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL.....	21
4.4 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS	22
4.5 SITUAÇÃO ATUAL DO PAÍS	24
4.6 IMPACTOS DA GERAÇÃO EÓLICA	27
4.6.1 GERAÇÃO ONSHORE.....	28
4.6.2 GERAÇÃO OFFSHORE.....	32
4.7 PROPOSTAS.....	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui aproximadamente 8.5 milhões de quilômetros quadrados, é um país com dimensões continentais, e ainda hoje a energia hidrelétrica é a principal fonte de energia utilizada no país. Quando falamos sobre geração e distribuição de energia logo encontramos barreiras tanto pelo tamanho do país quanto pela distância que teríamos que percorrer se dependêssemos apenas das grandes hidrelétricas como a usina Hidrelétrica de Itaipu, tais usinas possuem diversos pré-requisitos geográficos para que sejam construídas. Desta forma, com o passar do tempo outras formas de geração de energia vêm sendo utilizadas e desenvolvidas para suprir o alto consumo que temos com o avanço da tecnologia, e com a expansão das indústrias.

Do ponto de vista popular, a expansão da geração distribuída é perfeita, em sua maioria são fontes de energia limpa, com baixo custo e um alto retorno. Porém essa realidade é um tanto distorcida, do ponto de vista das concessionárias e da população que vive perto destas fontes, a geração distribuída não é tão perfeita assim, quando inserimos essas fontes na rede nacional encontramos alguns problemas sociais e econômicos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Essa análise visa revelar a real situação da rede brasileira, pontuando as vantagens e desvantagens da Geração Distribuída que vem crescendo tanto nos últimos anos. Após a análise histórica serão utilizados dados atuais para entender como a Geração Distribuída impacta a sociedade dando ênfase no modelo de geração eólica. O documento tem um intuito informativo, para conscientização e instrução da população geral vale ressaltar que os dados disponíveis não são tantos o que dificulta uma exploração mais detalhada do assunto.

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar historicamente como se deu o desenvolvimento da geração eólica no Brasil, buscando documentos que apontem seu desenvolvimento, e fazer uma correlação com o sistema de geração distribuída encontrado em outros países como Alemanha, para entender se há uma relação de Causa e Consequência dentro do desenvolvimento e crescimento da geração eólica em diferentes países além de propor melhorias e boas práticas para evitar ou amenizar os problemas encontrados hoje.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar dados históricos sobre a Geração Eólica no Brasil.
- Entender como se deu o desenvolvimento da Geração Eólica no país, levando em conta incentivos governamentais e potencial de geração do país.
- Relacionar as dificuldades encontradas, dando ênfase nos problemas socioeconômicos decorrentes da utilização da Geração Eólica.
- Levantar hipóteses de como melhorar ou amenizar a situação através de boas práticas e pequenas mudanças.
- Informar a realidade da geração eólica, apontando benefícios e malefícios.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para entender um pouco mais do impacto causado na sociedade se faz necessário rever alguns conceitos sobre a Geração Distribuída e sobre as fontes de energia utilizadas no Brasil.

2.1. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

Segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE) a Geração Distribuída (GD) é uma expressão utilizada para descrever uma geração elétrica que se encontra perto ou junta do consumidor. Dentro da GD temos ainda algumas subdivisões de acordo com a potência gerada. O conceito da GD engloba desde geradores e cogeneradores até os equipamentos de medida, controle e comando.

Pode-se dizer que a geração distribuída no Brasil teve seu início oficialmente em 2012 quando foi regulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) através da REN 482/2012 que entrou em vigor apenas em 2013.

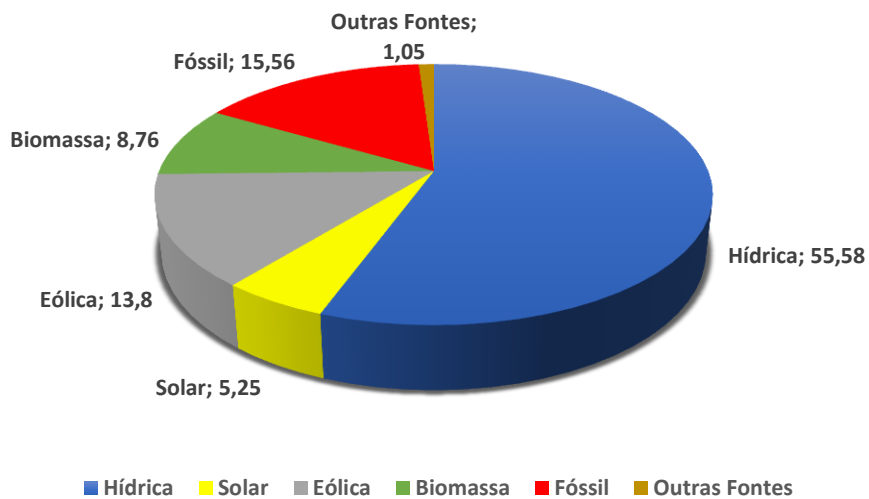
Desde então houveram diversas revisões e alterações, atualmente a classificação se dá por:

- Microgeração distribuída: até 75kW;
- Minigeração distribuída: 75kW a 5MW;

A microgeração é geralmente encontrada em residências e pequenos comércios, o tipo de microgeração mais comum são os painéis fotovoltaicos, já a minigeração abrange sistemas um pouco maiores, encontrados geralmente em empresas, indústrias e propriedades rurais.

De acordo com o banco de dados da ANEEL acessado em 2023, no Brasil hoje temos nossa matriz energética composta por:

Figura 1 - Matriz Elétrica Brasileira em Porcentagem



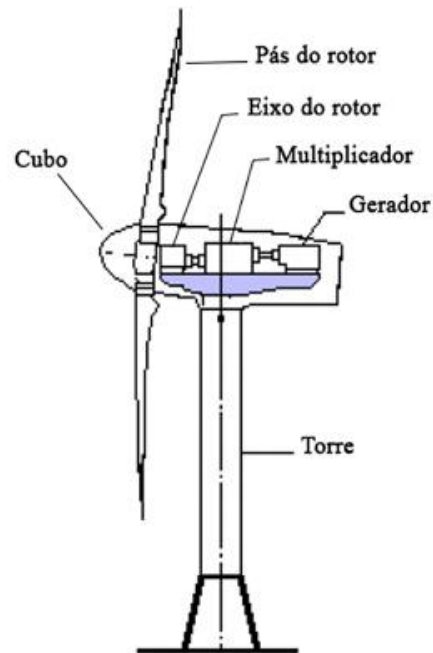
Fonte: Autoria Própria

De forma geral novas fontes de energia têm causado um impacto positivo, principalmente por serem energias limpas e renováveis, com um custo de manutenção relativamente baixo, dentre elas nota-se que a energia eólica vem ganhando cada vez mais espaço no país.

2.2 GERAÇÃO EÓLICA

A geração eólica acontece através da conversão da energia cinética dos ventos em energia elétrica, a conversão da energia eólica é feita através de aerogeradores localizados nas torres eólicas. A força dos ventos faz com que as hélices das turbinas girem, as hélices por sua vez são conectadas no rotor que junto da caixa multiplicadora aumenta a velocidade de rotação, no final dessa cadeia a energia mecânica chega ao gerador que produz a energia elétrica através do processo de indução magnética.

Figura 2 - Esquema Torre eólica



Fonte: PICOLO, ANA PAULA. 2014

Podemos classificar a energia eólica com base no local onde as turbinas se encontram.

Onshore ou costeira seriam as instalações feitas no continente, de forma geral perto da costa onde existem mais ventos, porém podem ser utilizados no interior do continente caso a região possibilite a utilização. A vantagem dos parques Onshore é que o custo de manutenção e operação são mais baratos e tem uma proximidade maior dos centros de consumo.

Figura 3 - Parque eólico Onshore



Fonte: Cenários eólica

Já a geração Offshore ocorre em alto mar, as turbinas se localizam a quilômetros de distância da costa, a fixação dos aerogeradores depende da profundidade do local, para locais com até 50 metros de profundidade a fixação no leito marinho acaba se tornando economicamente viável, porém é possível utilizar um casco flutuante ancorado para a instalação da torre, essas seria as turbinas flutuante que podem ser instaladas mais distantes da costa onde os ventos são mais constantes e possuem maior intensidade, o que traz a vantagem da geração Offshore que é a maior eficiência em relação a geração Onshore.

Figura 4 - Parque eólico Offshore



Fonte: Além da Energia, 2022

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é caracterizado pela análise de fatos históricos documentados em artigos, revistas e a fins. Através da compilação desses dados, serão levantadas possíveis relações de causa e consequência e similaridades entre defeitos encontrados dentro da rede brasileira.

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados para o estudo serão artigos, teses, dados públicos e outros documentos que estejam disponíveis e tenham relação à qualidade de energia, geração distribuída brasileira, geração distribuída internacional e problemas encontrados na rede decorrentes do uso da geração distribuída.

3.2 MÉTODOS

O método de estudo utilizado será o método de análise histórica, e será dividido em duas fases, Análise e Síntese.

“O método histórico compreende um conjunto procedimentos que os historiadores utilizam para gerenciar fenômenos passados. Além do mais, é um conjunto de técnicas para gerenciar fontes primárias, como, por exemplo, fontes arqueológicas e arquivísticas.” (BEATRIZ, 2022).

A fase Análise será dividida em três etapas, Heurística, Crítica e Hermenêutica.

- Heurística

A heurística consiste no recolhimento dos possíveis documentos a serem estudados. Nessa etapa serão levantados os relatórios, artigos, matérias, teses, reportagens e notícias que tenham relação com o tema.

- Crítica

Durante a Crítica serão analisados os documentos levantados e classificados, além de entender a veracidade dos dados levantados

- Hermenêutica

Nessa última etapa da Análise, os documentos serão interpretados e classificados, a fim de responder as questões levantadas.

A fase Síntese é tida como sendo a mais simples do processo, nessa etapa serão organizados os documentos a fim de montar uma versão final do estudo.

Este primeiro estudo visará entender e responder as seguintes questões:

- Como se deu a expansão e implementação da geração eólica no Brasil.
- Que problemas encontrados nas redes estrangeiras se assemelham aos encontrados na rede Brasileira dando ênfase nos problemas encontrados no Nordeste hoje devido a geração de energia por turbinas eólicas.
- Quais os problemas atuais encontrados no nordeste do Brasil decorrentes da geração eólica.
- Boas pratica e possíveis soluções para evitar ou amenizar os impactos causados pela geração eólica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 HISTÓRIA DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

O conceito de geração distribuída no Brasil teve início nos anos 2000, com o incentivo do governo através de regulamentações para produção descentralizada de energia, que se concretizou em 2012 com a REN482/2012, que dividia a geração em Micro e Mini geração, a Microgeração compreendia. Neste mesmo período a energia solar vinha ganhando cada vez mais força e com a isenção de impostos sobre a geração de energia solar sua expansão acabou sendo muito rápida, mesmo tendo um custo elevado na época. Neste primeiro momento a geração distribuída era dividida em:

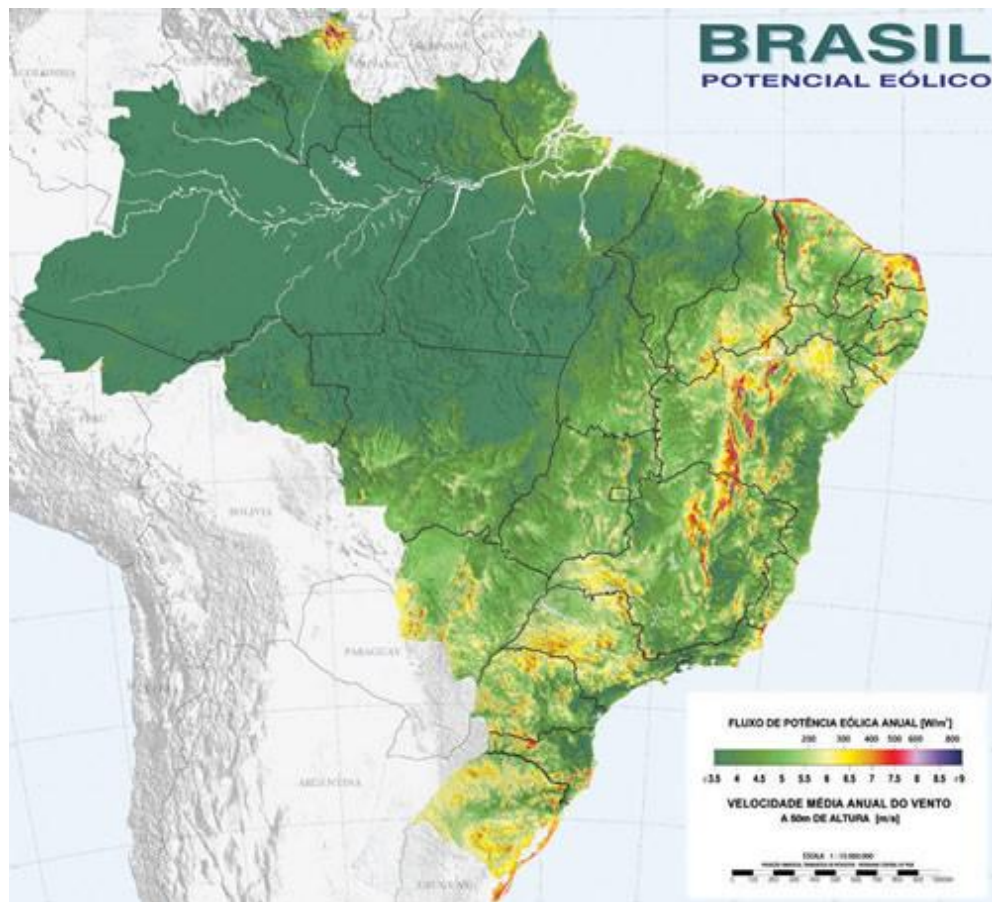
- Microgeração distribuída: até 100kW;
- Minigeração distribuída: 100kW a 1MW;

Atualmente a ANEEL possui uma nova classificação.

Denomina-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW). Já minigeração distribuída é aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 3 MW (podendo ser até 5 MW em situações específicas, nos termos dos incisos IX e XIII e do Parágrafo Único do art. 1º da Lei nº 14.300/2022). Ambas são conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. (ANEEL. Micro e Minigeração Distribuída. 2023).

Uma das formas de geração distribuída que mais se destaca no país é a geração eólica, o Brasil possui um dos maiores potenciais eólicos do planeta e, como é possível observar no mapa de velocidade média anual dos ventos (Figura 5), sua área de aproveitamento se estende por toda costa brasileira e pelo cerrado brasileiro.

Figura 5 - Mapa da velocidade média anual de ventos a 50m de altura



Fonte: CRESESB, 2001

4.2 HISTÓRIA DA GERAÇÃO EÓLICA

O uso da força dos ventos pelo ser humano não um feito recente, durante milhares de anos o ser humano tem a utilizado nas mais diversas áreas, seja para navegar pelos mares ou para viajar pelos ares, a utilização que mais se assemelha e que podemos dizer que deu origem à geração eólica seria os moinhos de vento. Com o avanço da agricultura o homem passou a necessitar de ferramentas que suprissem a demanda de trabalho, já não era mais viável utilizar as mãos para moer os grãos e cereais. Utilizavam então moendas acionadas por rodas d'água ou animais e posteriormente começaram a usar a força dos ventos para substituir essas fontes de energia cinética.

O primeiro registro histórico da utilização da energia eólica para bombeamento de água e moagem de grãos através de cata-ventos é

proveniente da Pérsia, por volta de 200 A.C. Esse tipo de moinho de eixo vertical veio a se espalhar pelo mundo islâmico sendo utilizado por vários séculos. Acredita-se que antes da invenção dos cata-ventos na Pérsia, a China (por volta de 2000 A.C.) e o Império Babilônico (por volta 1700 A.C) também utilizavam cata-ventos rústicos para irrigação (CHESF-BRASCEP, 1987). (SHEPHERD, 1994). (CRESESB, 2017).

Segundo o CRESESB (2017) em sua matéria sobre a história da energia eólica e suas utilizações, a disseminação dos cata-ventos na Europa se deu no período das cruzadas, eram máquinas primitivas utilizadas para sistemas de moagem, como podemos ver na Figura 6 que mostra uma linha do tempo simples da utilização e marcos históricos do desenvolvimento da energia eólica, somente no século XVII o moinho de vento começou a ser utilizado para sistemas de bombeamento, tanto para irrigação como para drenagem.

Figura 6 - Principais marcos da Energia Eólica do Século XI ao Século XIX



Fonte: CRESESB, 2017

O que gerou o declínio da utilização dos moinhos de vento foi o desenvolvimento da máquina a vapor, que veio como fonte mais eficiente de energia na época e tirava a dependência da natureza para operar.

No final do século XIX Charles F. Brush inicia a utilização de cata-ventos para geração de energia elétrica.

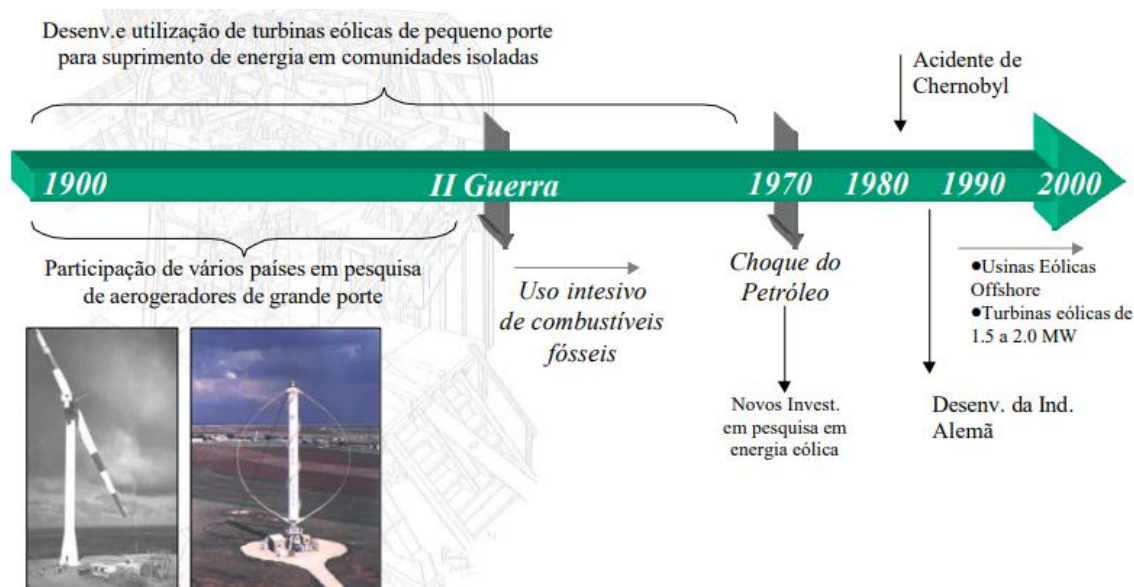
O início da adaptação dos cata-ventos para geração de energia elétrica teve início no final do século XIX. Em 1888, Charles F. Bruch, um industrial voltado para eletrificação em campo, ergueu na cidade de Cleveland, Ohio, o primeiro cata-vento destinado à geração de energia elétrica. Tratava-se de um cata-vento que fornecia 12kW em corrente contínua para carregamento de baterias, as quais eram destinadas, sobretudo, para o fornecimento de energia para 350 lâmpadas incandescentes (SCIENTIFIC AMERICAN, 1890 apud SHEPHERD,1994). (CRESESB, 2017)

Segundo o documento do CRESESB houveram três pontos que foram de extrema importância para que a utilização de aerogeradores fosse viável. O primeiro era a altura, a invenção de Bruch se encontrava na mesma altura que os moinhos de vento, o segundo era o mecanismo que multiplicava a rotação das pás, e a terceira era a ideia de combinar a aerodinâmica dos moinhos de vento com as novas tecnologias para produção de energia elétrica. Isso possibilitou reutilizar os moinhos que já existiam por toda a Europa.

O desenvolvimento dos aerogeradores de grande porte se iniciou na Rússia em 1931, um dos mais famosos foi o Balaclava, era um modelo que conseguia gerar 100 kW conectado a uma linha de transmissão de 6,3 kV de 30 km, esse foi o primeiro sistema que conseguiu com sucesso conectar um aerogerador de corrente alternada à uma usina termelétrica de 20MW.

Observa-se na Figura 7 apresentada no documento do CRESESB retirada de “VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DA ENERGIA EÓLICA FACE AO NOVO MARCO REGULATÓRIO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO” de Ricardo Dutra que desde o início do século XX a pesquisa dos aerogeradores vinha crescendo, porém, com a 2ª Guerra Mundial os países passaram a economizar combustíveis fósseis e a pesquisa para geração de energia com outras fontes passou a se intensificar ainda mais, após a Guerra os combustíveis fósseis voltaram a ser o foco principal por um tempo, foi então que na década de 70 com o Choque do Petróleo, um novo incentivo surgiu para pesquisas em energias de fontes alternativas.

Figura 7 - Marcos importantes para Energia Eólica no Século XX



Fonte: DUTRA, 2001

Outro fator que impulsionou o desenvolvimento da geração eólica e de outras fontes renováveis foi o acidente de Chernobyl, onde o mundo passou a ter uma postura mais receosa em relação a geração nuclear e isso contribuiu para que diversos países como Alemanha, Estados Unidos e entre outros, passassem a investir em pesquisas para usinas Eólicas.

4.3 CRESCIMENTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

Olhando para a GD no Brasil é possível observar que seu grande crescimento começou a ser relevante de 2012 a 2018, durante esse período a ANEEL criou diversas regulamentações para poder classificar a GD e as pesquisas sobre novas fontes de energia passaram a ganhar cada vez mais força no território nacional. Um grande fator para esse crescimento foi o desenvolvimento da tecnologia, a demanda de energia aumentava a cada dia e diversificar a matriz energética era necessário pois com a crise hídrica de 2014 a 2016 ficou claro que o país era extremamente dependente de uma única fonte de energia, o que acabou por gerar diversos

problemas durante a crise. Outro fator fundamental é a acessibilidade, locais onde não há rios grandes o suficiente para a instalação de hidrelétricas mesmo que de pequeno porte sofrem com a transmissão e qualidade dessa energia, e muitas vezes não era possível levar energia até esses locais.

O Brasil possui um dos maiores potenciais tanto eólico quanto solar para a geração de energia. A geração distribuída vem como uma solução para diversificar essa matriz predominantemente hídrica, além de causar um grande impacto no bolso do consumidor, pois apresentam diversas vantagens econômicas, porém para concessionárias de energia e para populações que vivem perto de parques eólicos essa imagem não representa muito bem a realidade. Entretanto vale ressaltar que por mais que existam malefícios as vantagens da geração distribuída se apresentam muito superiores tendo em fato também que os problemas causados são geralmente casos isolados e até o momento reversíveis.

4.4 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS

Desde o início da GD no Brasil o governo tem incentivando seu desenvolvimento e seu uso, através de políticas governamentais e ambientais e por incentivos fiscais.

Exemplo seriam os incentivos criados especialmente para a geração solar, Ricardo Casarin através de sua matéria “Conheça os incentivos fiscais para energia solar no Brasil”, publicada no Portal Solar em 2023 lista cinco incentivos fiscais que foram criados para tornar a instalação financeiramente viável e vantajosa, são eles:

- Isenção de ICMS
- Desconto no IPTU
- Inclusão no programa Minha Casa Minha Vida
- Isenção de imposto de importação
- Redução do imposto de renda sobre a venda do imóvel

Segundo a explicação de Ricardo, o Confaz em 1997 publicou o ICMS nº101/1997 que isenta operações com equipamentos e componentes de energia solar e eólica, Ricardo ainda explica que em 2015 outro convênio concedeu a isenção em operações relativas à circulação da energia elétrica sujeita a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, o que diz respeito a energia injetada na rede produzida por sistemas voltaicos.

Diversas prefeituras oferecem desconto no IPTU para residências e centros comerciais que têm certas práticas sustentáveis, como a geração solar. De acordo com a matéria da GBC de 2017, esses descontos podiam chegar em até 12%.

Em 2023 foi criada a Lei 14.620 que incentivará o uso da energia solar em residências do Minha Casa Minha Vida, a Absolar estima que essa iniciativa reduzir em até R\$670 milhões em subsídios de CDE, diz Ricardo em sua matéria.

Esses incentivos são bem conhecidos pela população pois afetam diretamente em suas residências, mas a geração eólica também possui incentivos fiscais por ser uma das modalidades de grande destaque no Brasil.

Glória em seu texto “Energia eólica no Brasil”, explica que mesmo o setor eólico encontrando desafios e empecilhos por questões ambientais seu avanço já é muito expressivo e que nos próximos anos a competitividade nessa indústria deve apresentar um grande crescimento. Ela ainda expõe os programas e incentivos que fizeram com que esse crescimento da geração eólica fosse possível.

O Convênio ICMS nº16/2015 autoriza os estados a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica nas condições que especifica. Já o Convênio ICMS 101/1997 prevê isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes nos estados e no Distrito Federal. Este incentivo se aplica à cadeia eólica e vigora até 31 de dezembro de 2028. A Lei nº 13.097/2015, entre outras medidas, reduz a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep, Cofins, PIS/Pasep-Importação e Cofins-Importação. As diretrizes citadas não esgotam os incentivos relacionados aos empreendimentos eólicos. Assim, sempre ao planejar um investimento no segmento de energia, cabe analisar as legislações estaduais

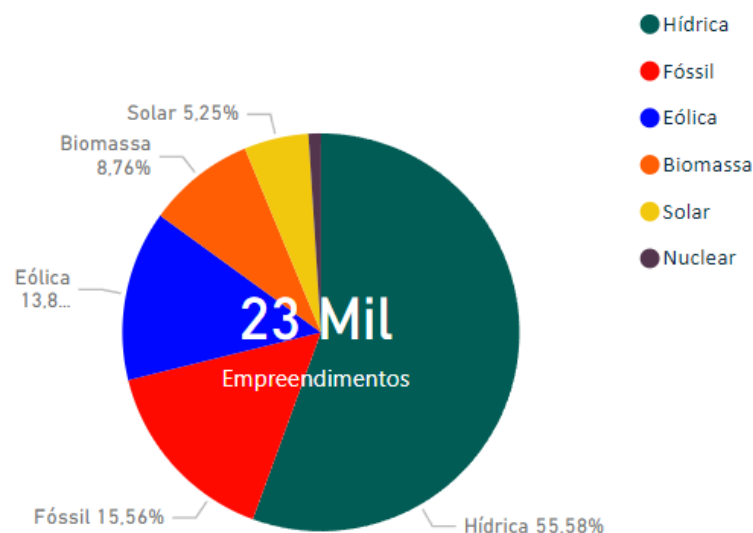
de forma mais detalhada, bem como normas de outras esferas e regulações.
(CUNHA GLÓRIA, 2022)

4.5 SITUAÇÃO ATUAL DO PAÍS

Hoje a Matriz Elétrica Brasileira ainda tem como predominância uma origem hídrica, de acordo com dados obtidos do banco de dados da ANEEL, 55,58% da matriz elétrica brasileira tem origem hídrica, comparando com o ano de 2012 onde havia 70% da matriz com origem hídrica nota-se que nos últimos onze anos essa dependência das hidrelétricas foi reduzida drasticamente.

É possível observar no gráfico da Figura 8 gerado através do API do banco de dados da ANEL que por mais que a energia solar brasileira tenha uma grande força, ainda corresponde a apenas 5% da matriz nacional, isso porque sua principal aplicação não é para grandes empresas, mas sim para uso residencial e de prédios comerciais.

Figura 8 - Matriz Elétrica Brasileira

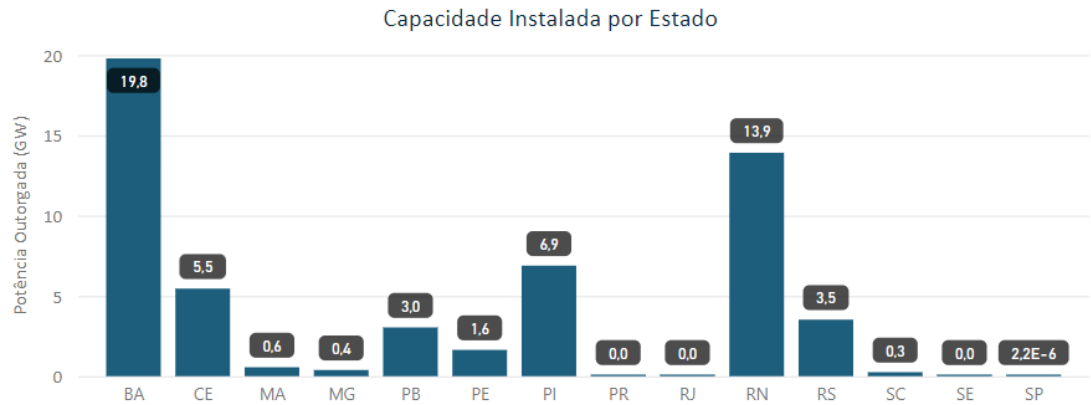


Fonte: ANEEL, 2023

Nota-se um crescimento expressivo da matriz eólica, em 2012 tanto a geração eólica quanto a geração solar eram praticamente inexpressíveis frente a geração hídrica e térmica, porém segundo os dados da ANEEL, em 2023 a geração eólica corresponde a 13.8% da matriz elétrica brasileira, equivalendo-se à energia de origem fóssil, isso mostra a força e todo potencial que a geração eólica tem no Brasil.

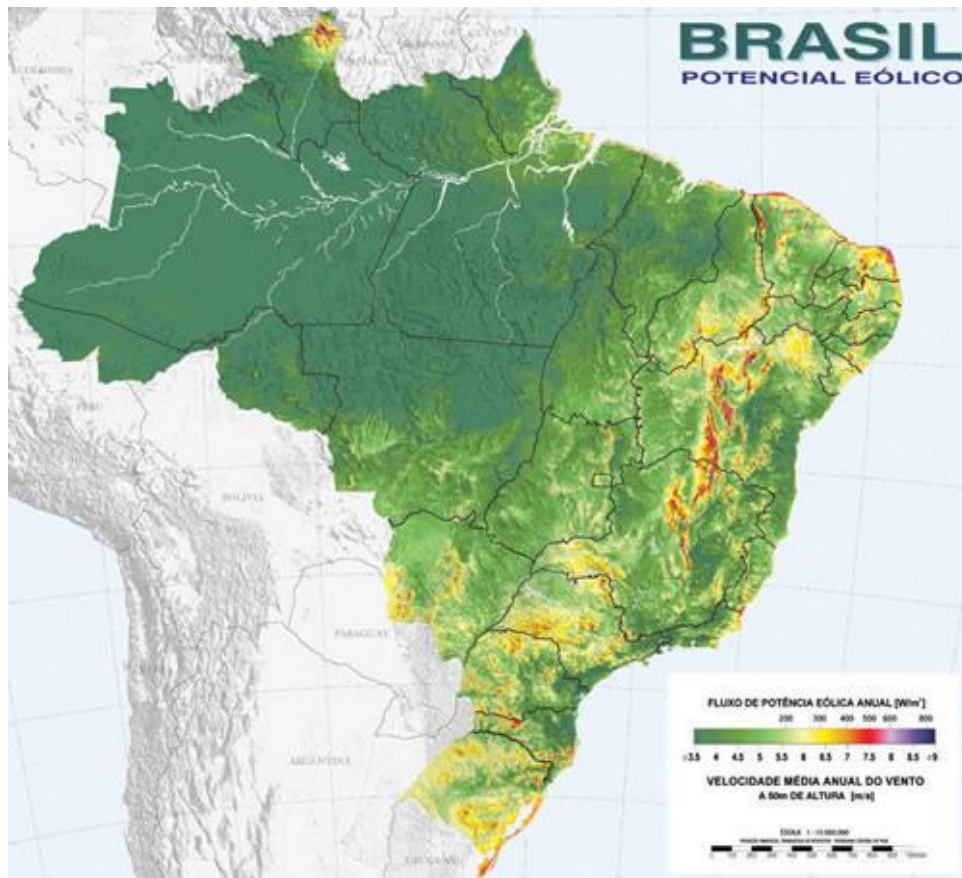
Observa-se também pelo gráfico da Figura 9, também gerado através do banco de dados da ANEL, que os principais produtores se encontram mais ao norte do país, em primeiro lugar temos a Bahia com potencial instalado de 19,8 GW, seguido do Rio Grande do Norte com 13,9 GW. O que corrobora com o mapa da Figura 5, visto anteriormente, onde revela que os maiores potenciais eólicos do Brasil estão nessas regiões, é possível ainda observar que a geração eólica possui um grande espaço para crescimento principalmente na região ao sul do país.

Figura 9 - Capacidade de geração eólica instalada por Estado



Fonte: ANEEL, 2023

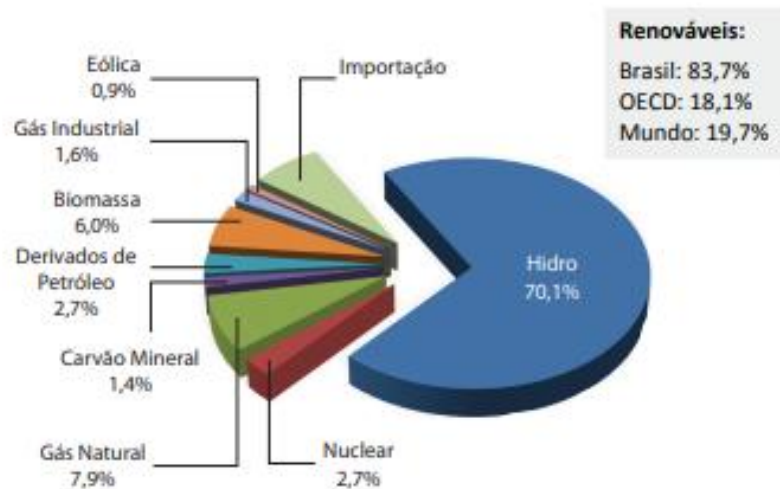
Figura 5 (Repetida) – Mapa da velocidade média anual de ventos a 50m de altura



Fonte: CRESESB, 2001

Para comparação tem-se que em 2012 a matriz elétrica nacional predominantemente hídrica, como observado na Figura 10 retirado da Resenha Elétrica Brasileira: exercícios de 2012 do Ministério de Minas e Energia em 2013.

Figura 10 - Matriz Elétrica Brasileira em 2012



Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2013.

De acordo com a Resenha Energética Brasileira de 2013, a geração de origem hídrica era superior a 70%, e havia menos de 1% de geração eólica e a geração solar não era levada em conta nos cálculos por não ser relevante.

Nota-se então uma redução drástica do uso e da dependência da energia de fonte hídrica, o que acaba sendo favorável para que o país tenha mais opções para produção de energia e não sofra com a dependência de uma única fonte, como já ocorreu no passado durante as crises hídricas.

Outro ponto importante dessa comparação é em relação ao uso da energia eólica, que em 2012 representava menos de 1% da matriz elétrica e hoje corresponde a mais de 13% da matriz nacional

4.6 IMPACTOS DA GERAÇÃO EÓLICA

Mesmo que a geração distribuída tenha uma grande importância ecológica e contribua para a redução da emissão de gases poluentes, nem tudo é positivo. Existem impactos sociais e ecológicos que afetam populações e ecossistemas.

Evanildo através do portal BBC News expõe a pesquisa de Felipe Melo na matéria “O pouco conhecido impacto negativo da energia eólica no Nordeste”, onde mostra que segundo o UFPE 86% da energia eólica brasileira é produzida pelo Nordeste. Segundo o pesquisador existem diversas usinas eólicas em áreas de interesse para conservação que aproximadamente 11 milhões de hectares de áreas de extrema importância para conservação possuem ou possuirão empreendimento eólico.

Vale lembrar que nem todos os impactos são negativos, em sua maioria a geração eólica tem contribuído para o desenvolvimento de pequenas comunidades. Com a implementação dos parques eólicos diversos empregos acabam por surgir além de ser possível entregar uma energia confiável, limpa e mais acessível.

4.6.1 GERAÇÃO ONSHORE

Olhando para a modalidade de geração Onshore é possível separar os problemas por sociais e ambientais.

Dentre os problemas sociais gerados observamos como principal o ruído, Giovana por meio do portal Marco zero apresenta sua matéria “Entenda por que os parques de energia eólica estão piorando a vida das famílias de agricultores no agreste”, onde conta a história dos moradores do Sítio Sobradinho no município de Caetés em sua matéria localizado no Agreste de Pernambuco.

Segunda a reportagem os moradores relatam que desde 2015 com a instalação do parque eólico suas rotinas mudaram completamente, a principal reclamação da população é o ruído produzido pelas turbinas, porém não é a única preocupação. Para a instalação do parque foram necessárias modificações no terreno, o que danificou diversas estruturas locais incluindo residências, uma das moradoras ainda teme por sua casa, que é rodeada por aerogeradores, ela diz que com o passar dos anos a estrutura acaba por se desgastar e mesmo com a manutenção o risco ainda é alto, ainda conta um episódio em que uma hélice caiu atrás de sua casa.

Outra moradora conta que após a instalação do parque problemas de saúde como ansiedade, insônia, depressão e perda de audição, passaram a ser comuns

entre os moradores do Sítio. Vários moradores hoje precisam fazer o uso de medicamentos para conseguir dormir, tudo isso devido ao alto ruído produzido.

Outro caso encontrado no Brasil está localizado no Rio Grande do Norte, no Sítio Buraco de Lagoa, a reportagem de Hecleia Machado “Entenda os impactos da energia eólica no Semiárido potiguar”, traz o descontentamento de Josefa, moradora do sítio, Josefa em seu depoimento aponta danos estruturais decorrentes da construção dos parques eólicos, segundo a moradora paredes e pisos da casa apresentam rachaduras como visto na Figura 11 foto retirada da reportagem de Hecleia onde mostram as rachaduras encontradas na casa de Josefa, que surgiram com a chegada do parque além de contar sobre danos em sua cisterna. Outro ponto em que existe descontentamento é em relação a tratativa das empresas com a população em sua declaração ela diz.

Eles não procuram saber de nada, a gente entrou em contato, mas eles vêm, avaliam e no fim falam que não podem fazer nada por não ser só uma empresa que transita aqui, então não tem como saber o responsável (MACHADO HECLEIA, 2024)

Figura 11 - Danos a Estrutura Residencial



Fonte: Josefa, Machado Heceleia, 2024.

Na reportagem Heceleia explica que os danos causados são decorrentes do transporte de materiais para a construção do parque, isso porque as estradas pelas quais os caminhões passavam não estavam prontas para suportar cargas tão pesadas, o que gerou tremores durante o transporte, porém não se resumiu somente a esse fato, para preparar o terreno e para erguer as torres foram necessárias explosões e a utilização de equipamentos pesados, o que contribuiu para gerar mais tremores e danos as estruturas.

Existem ainda problemas ambientais decorrentes da geração eólica, Evanildo através da BBC NEWS BRASIL, expõe a pesquisa de Felipe Melo, pesquisador do

Departamento de Botânica da UFPE, em sua matéria “O pouco conhecido impacto negativo da energia eólica no Nordeste”.

Ele diz que os parques eólicos tem um grande impacto na fauna local, os principais afetados são morcegos e aves, pois é muito comum se chocarem com as pás e morrerem, além do ruído interferir altamente no sonar do morcego. Outro grande impacto é observado em ecossistemas sensíveis como áreas montanhosas e dunas litorâneas, e após a instalação dos parques eólicos, o acesso a áreas de conservação se torna muito mais fácil, contribuindo para diversos problemas relacionados a desmatamento e poluição local. Melo ainda relata que em Pernambuco houveram retrocessos ambientais, segundo ele o Estado extinguiu a proteção de áreas de altitude para favorecer a implantação de empreendimentos privados para geração eólica de energia.

O problema não se restringe apenas ao Brasil, a matéria da BBC “Turbinas eólicas causa hemorragia em morcegos, diz estudo”, postada na revista Current Biology e apresentada pelo portal da globo G1 sobre o impacto das turbinas eólicas nos morcegos no Canadá relata um estudo realizado no continente norte americano. Pesquisadores da Universidade de Calgary analisaram corpos de morcegos encontrados em áreas de produção eólica, foram encontrados diversos ferimentos internos nos corpos decorrentes da mudança repentina na pressão do ar. Segundo os cientistas, os morcegos possuem mecanismos para evitar a colisão com as lâminas das turbinas, mas são extremamente afetados pela mudança na pressão do ar próxima as torres.

Segundo a matéria, durante esse estudo foram analisadas carcaças de usinas encontradas na região sudeste de Alberta, notaram que 90% possuía ferimentos internos na região do tórax, de acordo com os pesquisadores, a mudança brusca na pressão atmosférica que ocorre perto das torres faz com que os pulmões dos morcegos sofram uma expansão repentina, causando diversos ferimentos internos como ruptura de vasos capilares. Erin Baerwald, pesquisadora da universidade, diz que os morcegos são mais suscetíveis aos barotraumas do que as aves. A notícia ainda relata que pesquisadores da Escócia buscam formas de evitar tais fatalidades, estudam uma forma de utilizarem a emissão de radares para agirem como espantalhos, afastando os morcegos deste perigo.

4.6.2 GERAÇÃO OFFSHORE

A geração Offshore também apresenta alguns impactos. O primeiro seria sobre a fauna marítima, a instalação das torres acaba por alterar o habitat de diversos peixes e animais marinhos, que muitas vezes utilizam a sustentação das torres como abrigo, por sua vez aves marítimas acabam por colidir com as hélices das turbinas enquanto estão na busca por alimento. E da mesma forma que o ruído das hélices interfere com o sonar dos morcegos, também afeta as baleias, podendo causar confusão e desorientação no animal.

Entretanto com base na notícia “Dinamarca: Peixes prosperam nos parques eólicos offshore”, de Flavia Moraes em abril de 2012, é possível observar que pode haver harmonia entre os parques eólicos e a fauna local, Flavia apresenta o estudo de Simon Leonhard, editor do relatório “*Effect of the Horns Ver 1 Offshore Wind Farm on Fish Communities*”. O documento relata um acompanhamento de sete anos no parque Horns Rev I, localizado no mar do norte da Dinamarca, segundo os pesquisadores essa análise preliminar apontou uma convivência harmoniosa das espécies locais e a nova estrutura inserida no meio. Durante o estudo foi constatado que não houve impacto negativo no tamanho da população, mas notou-se um aumento no número de enguias jovens na região. Em seu estudo Leonhard ainda aponta que existem sim impactos negativos no meio ambiente, pelo fato dele estar sendo modificado, as estruturas instaladas podem possibilitar a chegada de novas espécies na região, e a concentração de partes muito próximos pode afetar a população de aves migratórias, porém não é possível afirmar com certeza pelo pouco tempo de instalação, esses efeitos só podem ser medidos e afirmados com um acompanhamento mais detalhado e duradouro.

Vale ressaltar que, mesmo que existam impactos negativos, os casos são muitas vezes isolados e por se tratar de um modelo de geração recente, com cerca de 10 anos de uso, ainda não é possível afirmar com clareza quais os reais riscos e a dimensão desses problemas.

4.7 PROPOSTAS

Analisando os casos isolados uma dúvida surge, vale mesmo a pena investir na geração eólica mesmo frente a todos esses problemas? Para responder a essa pergunta é importante lembrar que por mais que existam esses casos a geração eólica continua sendo uma das gerações que menos impacta negativamente a população, ressalta-se também que a geração distribuída apresenta impactos positivos significantes. Além de ser uma fonte renovável, confiável e com grande potencial no território brasileiro, geração eólica gera diversos empregos em áreas mais carentes e remotas, por serem o local alvo das instalações desses parques. Segundo a reportagem da veja “Energia solar e eólica pode gerar 2 milhões de empregos no Nordeste” escrita por Jennifer Thomas, 2 milhões de empregos podem ser gerados nos próximos anos no setor de energia eólica e solar. Em sua reportagem a autora traz uma pesquisa feita pelo FGV-Ibre mostra que cada R\$1 investidos em parques eólicos tem um impacto de R\$2,9 no PIB brasileiro.

Evanildo em sua reportagem “O pouco conhecido impacto negativo da energia eólica no Nordeste”, traz a fala de Elbia Gannoum, presidente da Associação Brasileira de Energia Eólica, segundo Gannoum apenas de 3% a 5% da área dos parques eólicos são ocupados por torres e seu impacto em atividades econômicas como agricultura e pecuária é mínimo, não prejudicando nenhuma dessas atividades.

Visando minimizar esses impactos e analisando todos os casos apresentados neste documento foram elaboradas três propostas de melhorias que visam diminuir e evitar os impactos negativos:

- **Conscientização da população:** Com um trabalho bem elaborado por ONGS e órgãos ambientais em conjunto com concessionárias e profissionais da área da geração de energia temos que um trabalho de conscientização da população para informar o que realmente é a geração eólica e quais os benefícios ambientais e econômicos trariam uma maior satisfação para a população uma vez que se sentiriam incluídos no processo.

- **Suporte para a população local:** Além de informar a população é necessário que as empresas responsáveis pelo parque forneçam todo suporte para as famílias que residem dentro da área afetada, garantindo todo suporte médico necessário em casos onde a saúde da população seja afetada e se responsabilizar por danos a estruturas e residências. Uma alternativa seria empregar os moradores para realizar a manutenção continua dos equipamentos, isso além de gerar empregos garantiria que os equipamentos estão sendo cuidados por pessoas que vivem e estão entendendo a situação, seria necessário então capacitar os candidatos e prover todos os equipamentos necessários para a manutenção, em conjunto deve-se garantir que um supervisor e um técnico especialista façam uma revisão periódica para garantir a integridade do equipamento.
- **Regulamentações e vistorias rigorosas:** Para garantir que os efeitos da geração sejam mínimos na população é necessário criar regulamentações mais detalhadas e rigorosas para garantir que a instalação das turbinas não destrua a fauna, flora e população local, deve-se realizar um estudo para averiguar quais os riscos da instalação no local e uma vez apresentados esses riscos para a população uma negociação entre moradores e empresas deve ser feita. Órgãos públicos devem vistoriar as instalações para que não haja riscos e garantir a confiabilidade e segurança dos equipamentos, além se assegurar de que os termos aceitos nas negociações estão sendo cumpridas por ambas as partes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A GD vem crescendo exponencialmente nos últimos anos, não só no Brasil, mas também a redor do mundo, cada vez mais a geração de energia tem se localizado mais próximo do consumidor final o que apresenta vantagens e desvantagens. Observando os estudos e documentos a respeito da geração eólica, entendemos que dentre as mais diversas formas de geração é uma modalidade que se apresenta extremamente viável para o Brasil, encontra-se no Brasil, um dos maiores potenciais eólicos do globo. Porém toda ação tem uma reação, e ações humanas afetam diretamente a natureza, não é diferente com a geração eólica, este novo modelo de geração por mais que apresente poucos efeitos negativos se realizada de forma inconsequente ou equivocada pode gerar sérios danos. Portanto é de extrema importância que tanto empresas quanto governo e população estejam unidas para garantir um crescimento seguro dessa nova tecnologia e reduzir ao máximo consequências negativas que possam vir a acontecer, dessa forma será possível evitar histórias como vistas no Sítio Sobradinho e no Sítio Buraco de Lagoa

É importante considerar que por se tratar de uma forma de geração nova não se tem muitos dados e estudos disponíveis, sendo assim este estudo apresenta uma solução e compreensão baseada em dados obtidos até a publicação do mesmo, para análises mais profundas e soluções definitivas faz-se necessário um maior tempo de estudo e observação. Por mais que existam impactos imediatos, apenas com o passar dos anos será possível observar os efeitos no meio ambiente. Assim como observado nos parques da Dinamarca é possível que as espécies locais se adaptem e consigam viver em harmonia com os parques eólicos ou que as instalações causem um dano irreversível.

Com base nos documentos analisados conclui-se que a geração eólica se mostra extremamente promissora para o mercado Brasileiro e seu papel na matriz elétrica brasileira tem crescido cada vez mais. Com pequenas mudanças na gestão e regulamentação os poucos efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente poderão ser amenizados e controlados.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, G.; NAPOLI, E. **Instalação de eólicas no mar pode afetar animais, diz IBAMA**. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/infograficos/instalacao-de-eolicas-no-mar-pode-afetar-animais-diz-ibama/#:~:text=impacto%20para%20as%20baleias,na%20regi%20a%20nordeste%20do%20pa%20ads>. Acesso em: 14 de novembro de 2023.

CARNEIRO, G. **Entenda por que os parques de energia eólica estão piorando a vida das famílias de agricultores no agreste**. Disponível em: <https://marcozero.org/entenda-porque-os-parques-de-energia-eolica-estao-piorando-a-vida-das-familias-de-agricultores-no-agreste/>. Acesso em 24 de maio de 2023.

CASTRO, N.; DANTAS, G.; T. F.; C. L. **Impactos da geração distribuída na rede de distribuição de energia elétrica**. Agência canal energia. Rio de Janeiro, 28 de novembro de 2018.

COELHO, B. **Saiba como aplicar o método histórico na sua pesquisa**. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/metodo-historico/#:~:text=o%20m%20a%20todo%20hist%20b%20rico%20compreende%20um,m%20a%20todo%20a%20elaborar%20a%20historiografia>. Acesso em: 08 de março de 2023.

CRESESB. **Atlas do potencial eólico brasileiro (2001)**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=1>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

CRESESB. **História da energia eólica e suas utilizações**. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&catid=3. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

CRESESB. **Potencial eólico: atlas do potencial eólico brasileiro**. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=atlas_eolico. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

CUNHA, G. **Energia eólica Brasil: marcos, avanços e incentivos fiscais para o setor**. Disponível em: <https://www.dpc.com.br/energia-eolica-incentivos-fiscais/>. Acesso em: 1 de outubro de 2023.

DUTRA, R. **Viabilidade técnico-econômica da energia eólica face ao novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro**. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rmdutra.pdf>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

EVANILDO, S. **O pouco conhecido impacto negativo da energia eólica no Nordeste**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-49858734>. Acesso em 24 de maio de 2023.

GOV.BR MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **REIDI**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/fundos-regionais-e-incentivos-fiscais/reidi>. Acesso em: 1 de outubro de 2023.

MACHADO, H. **Entenda os impactos da energia eólica no semiárido potiguar**. Disponível em: <https://saibamais.jor.br/2024/03/entenda-os-impactos-da-energia-eolica-no-semiarido-potiguar/>. Acesso em 18 de março de 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha elétrica brasileira: exercícios de 2012**. Disponível em: [https://antigo.mme.gov.br/documents/36208/948169/7.12+-+resenha+energ%C3%A9tica+brasileira+2012.pdf/5efd27a5-f23a-cdb2-ba70-d7c3144a80cd#:~:text=em%202012%2c%20a%20oferta%20interna,com%20forte%20expans%C3%A3o%20\(87%25\)](https://antigo.mme.gov.br/documents/36208/948169/7.12+-+resenha+energ%C3%A9tica+brasileira+2012.pdf/5efd27a5-f23a-cdb2-ba70-d7c3144a80cd#:~:text=em%202012%2c%20a%20oferta%20interna,com%20forte%20expans%C3%A3o%20(87%25)). Acesso em: 18 de março de 2024.

MOREIRA, J. R. S. **Energias renováveis. Geração distribuída e eficiência energética**. Ltc: grupo gen, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521636816/>. Acesso em: 15 novembro 2022.

MORAES, F. **Dinamarca: peixes prosperam nos parques eólicos offshore**. Disponível em: <https://oeco.org.br/noticias/25908-dinamarca-peixes-prosperam-nos-parques-eolicos-offshore/>. Acesso em: 17 de novembro de 2023.

ORIGO ENERGIA. **A história da energia solar no brasil**. Disponível em: <https://origoenergia.com.br/blog/energia/a-historia-da-energia-solar-no-brasil/#:~:text=no%20entanto%2c%20a%20primeira%20usina,brasil%20em%20agosto%20de%202011>. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

REDAÇÃO INDÚSTRIA HOJE. **O que é energia eólica?** Disponível em: <https://industria hoje.com.br/energia-eolica>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

REVISTA GBC BRASIL. **IPTU verde: cidadania e sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/iptu-verde-cidadania-e-sustentabilidade/#:~:text=desconto%20no%20iptu%2c%20como%20ferramenta,%2c%20pode%20chegar%20a%2012%25>. Acesso em: 26 de setembro de 2023.

SANTOS, J. A. **Geração distribuída brasileira: aspectos regulatórios, evolução e estudo de caso em Juazeiro/BA**. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/36641/1/gera%C3%A7%C3%A3o_distribu%C3%adda_br_juazeiro.pdf. Acesso em: 26 de setembro de 2023.

SERPA, E. **FGV-IBRE mostra bons impactos da energia eólica no PIB brasileiro**. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opinioao/colunistas/egidio-serpa/fgv-ibre-mostra-bons-impactos-da-energia-eolica-no-pib-brasileiro-1.3195818>. Acesso em: 18 de março de 2024.

THOMAS, J. A. **Energia solar e eólica pode gerar 2 milhões de empregos no Nordeste**. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/agenda-verde/energia-solar-e-eolica-pode-gerar-2-milhoes-de-empregos-no-nordeste>. Acesso em: 18 de março de 2024.

VASCONCELOS, R. **Complexos eólicos offshore estudo sobre avaliação de impactos**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/publicacoes/2019-ibama-ue-estudo-eolicas-offshore.pdf>. Acesso em: 1 de outubro de 2023.

XAVIER, M. D. **Geração distribuída no brasil: oportunidades e barreiras**. Dissertação de mestrado – universidade federal de Itajubá, 2005.