

# ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL: ENERGIA EOLÍCA COMO FONTE DE ENERGIA LIMPA

ALMEIDA, Leonardo Gonçalves de<sup>1</sup>

Professor Orientador: BRAGA, Luis Gustavo Schroder e<sup>2</sup>

## RESUMO

A matriz energética mundial é altamente concentrada em fontes de poluição, enquanto os preços dos combustíveis fósseis e outros fatores são suscetíveis à instabilidade, aumentando a busca dos países por tecnologias e fontes alternativas de energia, incluindo a energia eólica, para melhorar a segurança do abastecimento energético e reduzir as emissões de gases poluentes. Portanto, por meio de pesquisa bibliográfica, o objetivo deste trabalho é integrar-se à matriz energética brasileira por meio do estudo da evolução, desafios e perspectivas, e contribuir para uma maior dispersão de energia no longo prazo, reduzindo assim o potencial da energia eólica. Sistematize a produção de energia e reduza a dependência de energia não renovável. Nesse sentido, o Brasil tem se beneficiado do desenvolvimento dos fatores naturais e da indústria nacional, que tem proporcionado condições favoráveis ao desenvolvimento dessa energia, e tem experimentado um grande desenvolvimento, entre eles a energia eólica é um dos países que mais cresce no Brasil, e o Brasil tem a energia mais competitiva. Porém, além da formulação de novas políticas de incentivo às energias renováveis e aumento dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, a necessidade de melhorar a infraestrutura logística, expandir as linhas de transmissão e melhorar a data de entrada em operação dos parques eólicos parece ser metas importantes a serem alcançadas, diante do exposto o presente trabalho visa revisar sobre a energia eólica no Brasil.

**Palavras-Chave:** Energia renovável. Energia eólica. Desenvolvimento nacional.

## ABSTRACT

The global energy matrix is highly concentrated on sources of pollution, while fossil fuel prices and other factors are susceptible to instability, increasing countries' search for alternative energy technologies and sources, including wind energy, to improve security of supply. energy efficiency and reduce polluting gas emissions. Therefore, through bibliographic research, the objective of this work is to integrate with the Brazilian energy matrix through the study of the evolution, challenges and perspectives, and to contribute to a greater dispersion of energy in the long term, thus reducing the potential of wind energy. Systematize energy production and reduce dependence on non-renewable energy. In this sense, Brazil has benefited from the development of natural factors and the national industry, which has provided favorable conditions for the development of this energy, and has experienced a great development, among them wind energy is one of the fastest growing countries in Brazil, and Brazil has the most competitive energy. However, in addition to formulating new policies to encourage renewable energy and increasing investments in research and development, the need to improve logistics infrastructure, expand transmission lines and improve the date of entry into operation of wind farms seems to be important goals. to be achieved, in view of the above, this paper aims to review wind energy in Brazil.

**Keywords:** Renewable energy. Wind energy. National development.

## 1 INTRODUÇÃO

A história da humanidade está intimamente relacionada ao desenvolvimento energético, que se tornou a atividade mais diversificada e uma parte importante da realização do desenvolvimento social e econômico. Dessa forma, a humanidade vem criando uma demanda cada vez maior de energia, o que faz com que as pessoas se tornem cada vez mais dependentes da produção de produtos de serviço e do bem-estar das famílias e da sociedade. No processo de evolução humana, diversas fontes de energia têm sido utilizadas, principalmente os combustíveis fósseis, como petróleo, carvão, energia nuclear e gás natural.

Essas energias tornaram-se elementos essenciais para o fornecimento global de energia. Porém, no debate sobre a questão da proteção ambiental, do ponto de vista econômico, essas fontes têm se tornado cada vez mais insustentáveis, pois grande parte da energia utilizada na terra é não renovável, e a energia também não é renovável. Como resultado, precisamos de energia limpa e barata para alcançar o desenvolvimento econômico sem prejudicar o meio ambiente e para coordenar um futuro sustentável aumentando a produção de energia. A resposta está na busca pela eficiência energética e no desenvolvimento de tecnologias limpas e ecologicamente sustentáveis.

A qualidade de vida de uma sociedade está intimamente relacionada ao seu consumo de energia. A melhoria da qualidade de vida, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil, aumentou o consumo de energia, portanto, eles precisam de uma melhor gestão da energia para solucionar os problemas de segurança do suprimento de energia e dos custos ambientais para atender a essa demanda, a energia eólica é uma energia que pode atender às necessidades sociais sem prejudicar as gerações futuras, portanto, o uso dessa energia renovável já se tornou uma realidade. A energia eólica é uma fonte rica em energia renovável e a energia limpa pode ser usada em qualquer lugar.

É obtido a partir da energia cinética contida na qualidade do ar em movimento (vento). Esta forma de energia tem sido usada há centenas de anos. É uma das primeiras formas de alta energia de tração não animal usadas por humanos. Quando as pessoas movem uma lâmina, ela é impulsionada por uma vela para mover um navio ou operar uma engrenagem do moinho. Nos moinhos de vento, a energia eólica é convertida em energia mecânica, que é utilizada para moer grãos e bombear água

Em 2001, devido às políticas de incentivo e à entrada da energia eólica no mercado regulado de energia, o Brasil entrou como o país de crescimento mais rápido entre os países que implantaram novos parques eólicos. Nesse caso, o investimento nessas atividades a consolidou como uma das fontes mais promissoras de produção de energia em larga escala. Do ponto de vista percentual, a energia eólica é a razão do crescimento da geração global de energia renovável. Equivalente a 35% de geração de energia renovável, seguida de 31% de hidrelétricas e 19% de termelétricas (FUJISE, 2018).

Portanto, este artigo tem como objetivo analisar o uso da energia eólica como uma energia renovável e limpa e introduzir potenciais geradores de energia eólica no cenário brasileiro. Neste trabalho, o princípio da pesquisa exploratória é seguido por meio da pesquisa bibliográfica em fontes especializadas. Após essa etapa, os dados são selecionados e um artigo final é redigido para confirmar as dúvidas sobre esse tema de pesquisa.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia deste trabalho é baseada em uma pesquisa bibliográfica exploratória, utilizando fontes especializadas para analisar o uso da energia eólica como uma fonte de energia renovável e limpa no Brasil. A pesquisa foi conduzida seguindo uma estratégia sistemática, incluindo busca no Google Acadêmico e em outras bases de dados relevantes.

A busca por fontes foi realizada no Google Acadêmico e em bases de dados reconhecidas como Scopus, Web of Science e ScienceDirect. Utilizamos palavras-chave como "energia eólica no Brasil", "fontes de energia renovável", "desenvolvimento da energia eólica" e "impacto da energia eólica", combinadas com operadores booleanos (AND, OR) para refinar os resultados. A busca foi limitada a publicações em português e inglês, abrangendo o período de 2000 a 2023 para garantir a relevância e atualidade dos dados.

Os critérios de inclusão foram definidos para selecionar estudos que abordassem diretamente a energia eólica no Brasil, incluindo aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais. Foram incluídos artigos de revistas científicas, dissertações, teses, relatórios técnicos e capítulos de livros. Excluímos publicações que não possuíam relevância direta com o tema central ou que apresentavam

informações redundantes. Também foram excluídos trabalhos de opinião sem base científica sólida e estudos realizados fora do período especificado.

A revisão de literatura envolveu a leitura crítica e a análise dos estudos selecionados, focando nos seguintes aspectos: evolução histórica da energia eólica no Brasil, desafios enfrentados pela indústria eólica, políticas públicas de incentivo, impacto ambiental e social, e perspectivas futuras para o setor. Cada fonte foi avaliada quanto à sua contribuição para o entendimento do tema, sendo incluídas citações diretas e indiretas para suportar as discussões apresentadas.

Os resultados foram analisados de forma qualitativa, com o objetivo de identificar padrões e tendências no desenvolvimento da energia eólica no Brasil. Foram organizados em tópicos que refletissem a evolução temporal, os principais desafios e as perspectivas de crescimento do setor. A análise também considerou a contribuição das políticas públicas e a participação de investimentos privados na expansão da capacidade instalada de energia eólica no país.

Conforme descrito por Gonçalves (2019), a revisão de literatura é um método essencial para fazer ciência, permitindo a compreensão e a contextualização dos achados de pesquisa. Carvalho (2019) também destaca a importância de uma abordagem sistemática na revisão de literatura para assegurar a qualidade e a relevância dos estudos analisados. Faria (2019) reforça que a revisão sistemática da literatura contribui para um novo paradigma investigativo, essencial para o avanço do conhecimento científico.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

A energia eólica, é proveniente da energia das massas de ar em movimento, (vento) que produzem energia cinética. Seu processo de produção se dá a partir da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

É uma forma de energia usada desde os tempos antigos e os barcos à vela são um bom exemplo de seu uso. A energia eólica converte a energia cinética do ar em energia mecânica (moinhos para moer cereais ou bombear água) ou eletricidade, que é atualmente a aplicação mais comum graças às chamadas turbinas eólicas, os locais mais favoráveis a instalação destas hélices, seriam nos arredores de zonas costeiras,

devido a intensa atividade dos ventos, e até mesmo em regiões montanhosas (PEREIRA, 2011).



Figura 1. Parque de Energia Eólica  
**Fonte:** (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

### 3.1 ASPECTOS GERAIS DA ENERGIA EÓLICA

Existem dois tipos de energia a energia renovável (permanente) e energia não renovável (temporária). A energia não renovável é a energia com reservas limitadas, porque o tempo de renovação das reservas é de cerca de milhares de anos em comparação com as reservas como o carvão mineral, petróleo, gás natural. Por outro lado, os chamados recursos renováveis têm capacidades de renovação de curto prazo e até inesgotáveis, como a energia eólica, a oceânica e a solar. Nos últimos anos, devido ao investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para converter o movimento do vento em energia, a energia eólica se tornou uma parte essencial da geração de energia, especialmente a energia elétrica (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

Atualmente, essa energia tem sido descrita como uma das tecnologias mais importantes e promissoras na produção de energia complementar devido ao seu fácil acesso e rica natureza. Com o aumento e o aumento da potência das turbinas eólicas, o custo do uso da geração eólica foi bastante reduzido, o que reflete o aumento do número de parques eólicos em todo o mundo. Em todos os seus processos de produção de energia, nenhum poluente é despejado no meio ambiente. Portanto, a

produção de energia eólica é limpa, sem poluição, descarte de poluentes ou resíduos radioativos, portanto, como o vento não tem fim, pode ser considerada uma forma de obter uma fonte de energia totalmente sustentável (MORAES, 2020).

Outro fator que impacta positivamente na energia eólica está relacionado à reposição de energia impura, que contribui para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases de efeito estufa. Por exemplo, se uma turbina eólica de 600 kW for implantada em uma área favorável, em 20 anos de 20 anos, dependendo das condições do vento e fatores de capacidade, 20.000 a 36.000 toneladas de dióxido de carbono podem ser evitadas, o que é equivalente à produção de energia tradicional (FUJISE, 2018).

Para além dos fatores socioeconômicos, irá também criar oportunidades de emprego, características regionais, impulsionadas pelas fases de instalação e manutenção e pelo potencial turístico e visibilidade proporcionados em termos de sustentabilidade (incluindo as suas imagens utilizadas como forma de promoção do turismo. No entanto, embora seja considerada uma fonte de energia renovável, tem um impacto negativo significativo no ambiente de instalação dos parques eólicos e na comunidade local, mas esse impacto muitas vezes varia de acordo com as características locais do comunidade (ALÉ; DE OLIVEIRA, 2010).

Em comparação com a maioria das outras fontes de energia, mesmo que o impacto no meio ambiente seja bastante reduzido, a energia elétrica gerada pelas turbinas eólicas terá algum impacto no meio ambiente, tais como: impacto visual, ruído, interferência eletromagnética e danos aos animais. Além disso, os parques eólicos também estão sujeitos a restrições naturais (DE CARVALHO SILVA, 2019).

Portanto, mesmo se uma fonte de alta potência for instalada, o sistema pode não gerar nenhuma energia quando o vento estiver fraco, contar com a matriz energética da energia eólica pode tornar os sistemas elétricos muito frágeis. Nesse sentido, é importante considerar a preocupação com a instabilidade da produção de energia eólica devido às mudanças na velocidade do vento à medida que aumenta a participação da energia eólica na matriz energética do país (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

### 3.2 PANORAMA DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

Tendo em vista os avanços alcançados em outros países do mundo no século XX, como a aplicação na Segunda Guerra Mundial e o desenvolvimento dos primeiros aerogeradores de médio e grande porte, o potencial de energia eólica do Brasil tem sido alvo de pesquisas já na década de 1970, de 1976 a 1977, processou dados de velocidade do vento coletados por aeroportos brasileiros no Instituto de eventos. Os resultados mostram que pequenas turbinas eólicas no litoral nordeste e Fernando de Noronha são tecnicamente viáveis (MOREIRA et al.,2015).

Portanto, em 1992, o Brasil deu o primeiro passo no campo da energia eólica. em Fernando de Noronha, um pequeno aparelho de teste foi instalado e produziu 1 MW de potência. Os resultados desse teste abriram as portas para um estudo mais aprofundado do potencial eólico do Brasil e a instalação de cada vez mais turbinas eólicas (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

Portanto, entre as décadas de 1990 e 2001, com a implantação do primeiro parque eólico do país, foi realizado um novo estudo em torres de ferro com altura de 50 a 70 metros, que produziram resultados animadores: por exemplo, o Estado do Ceará, apresentando um aproveitamento potencial de 12,0 TW/h a 50 metros, um potencial de 51,9 TW / ha 70 metros e uma velocidade média anual do vento de mais de 7 m/s (FUJISE, 2018).

Levando em consideração esse potencial natural e as dificuldades, como a crise energética nacional em 2001 entre o final dos anos 1990 e 2000, o consumo de energia e o PIB aumentaram substancialmente, enquanto a capacidade instalada de produção de energia praticamente não aumentou. O governo brasileiro começou a investir em planos para incentivar a produção de mais energia a partir de fontes de energia limpa que não a hidrelétrica. Diante desta situação, em julho de 2001, a Equipe de Gestão da Crise de Energia criou o PROEÓLICA (Programa Emergencial de Energia Eólica), que decidiu implantar uma geração eólica de 1.050 MW até o final de 2003 (CHAVES; BRANNSTROM, 2017).

Logo em seguida, em abril de 2002, foi criado o PROINFA (Programa de Incentivo à Energia Alternativa), que estabeleceu uma unidade de produção de energia limpa de 3.300 MW com financiamento de até 80% do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento). Fonte e índice de nacionalização entre 65% e 92% dos equipamentos e serviços utilizados na produção de energia. O governo federal

não só aprovou a Lei nº 10.848 / 2004 em 2004, mas também considerou a formulação do plano, que estipula que a contratação de energia elétrica por meio de contratos para cobertura do consumo no mercado regulado e constituição de reservas deve ser leiloadas pelo público (PEREIRA, 2011).

Portanto, entre 2009 e 2015, o Brasil realizou uma série de leilões com a participação da energia eólica, e obteve um total de 16,6 GW de contratos de energia eólica da cadeia produtiva nacional. Além disso, o investimento nesta área também aumentou, o investimento em energia eólica em 2015 foi de aproximadamente US \$ 4,94 bilhões, o equivalente a 66% do investimento total em energia renovável do Brasil no mesmo ano. Por outro lado, o investimento acumulado entre 2006 e 2015 foi de aproximadamente US \$ 28,13 bilhões, fator que acendeu o mercado e impulsionou o desenvolvimento dessa opção energética, que antes era a mais cara e cara. Greg. A pesquisa do PROINFA será uma das principais opções (MORAES, 2020).

Um parque eólico é um espaço que utiliza múltiplas turbinas para converter energia eólica em elétrica, no Brasil, esses parques são geralmente administrados por empresas privadas, que, conforme contratos de mercado, possuem concessões para exploração e produção de energia (MOREIRA et al., 2015).

Portanto, por se tratar de indústrias que utilizam e transformam a energia eólica, o aumento do número de parques eólicos instalados no Brasil também pode evidenciar o rápido crescimento dessa energia no Brasil. Em dez anos (2004-2015), O número de parques eólicos comerciais aumentou de apenas 6 para cerca de 152, fornecendo 3.424.611 megawatts de potência instalada (DE CARVALHO SILVA, 2019).

Dentre as regiões que mais participam da oferta, a mais preocupada é o Nordeste, que possui o maior número de parques em operação e, portanto, é a região com maior geração de energia do país. Em estudo realizado pela Câmara dos Comercializadores de Energia Elétrica (CCEE) entre dezembro de 2013 e dezembro de 2014, ficou claro que o Nordeste respondia por 81% da geração média de energia (MW) dos parques eólicos (CHAVES; BRANNSTROM, 2017).

### 3.3 OPORTUNIDADES AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

O uso da energia eólica para geração de energia pode trazer uma série de benefícios, mas não irá prejudicar o meio ambiente, portanto seu uso efetivo e o



desenvolvimento sustentável nacional também estão relacionados ao planejamento e gestão adequada de projetos de energia eólica. Do ponto de vista do impacto ambiental, vale lembrar que a construção e operação de parques eólicos envolvem uma série de atividades em terra, onde existem animais e plantas e eventualmente se aproximam da área ou atividades humanas. Portanto, pode haver consequências como ruído, danos ecológicos, interferência eletromagnética e impacto visual, que devem ser minimizados ao máximo (ALÉ; DE OLIVEIRA, 2010).

O ruído das turbinas em particular pode causar desconforto na audição, concentração e comunicação. Nesse sentido, é importante ressaltar que os avanços tecnológicos dos últimos anos levaram ao surgimento de turbinas mais modernas e avançadas, o que tem contribuído para a redução dos níveis de ruído. No entanto, a instalação de parques a distâncias relativamente longas da área urbana também é uma medida importante para reduzir possíveis incômodos sonoros (MORAES, 2020).

Em relação aos danos ecológicos, o principal impacto são os animais, especialmente as aves, que podem sofrer com a perda de habitat (dependendo de onde a central eólica é construída) e outros problemas (por exemplo, alimentação e reprodução) e morte (devido a possível colisão com a turbina) causada por deslocamento forçado (FUJISE, 2018).

Portanto, uma medida preventiva viável é, por exemplo, estabelecer um plano de monitoramento ambiental contínuo e avaliar cuidadosamente as características do local selecionado antes de instalar um parque eólico para evitar a instalação de um grande número de turbinas nos seguintes locais com rotas de migração e espécies sendo considerada uma espécie sensível (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

Em relação à possibilidade de interferência eletromagnética no sistema de telecomunicações e ao impacto visual na paisagem, algumas medidas devem ser tomadas, como realocar a antena para longe do parque eólico, e considerar as características da paisagem no projeto-pintura da turbina de maneira uniforme em cores para ajustá-los às cores da paisagem - eles podem ser importantes na mitigação desses efeitos (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

Por outro lado, é importante lembrar que muitos são os fatores positivos no uso da energia eólica, aliados ao fato de que efeitos negativos podem ser evitados, isso proporciona uma série de oportunidades interessantes para o desenvolvimento socioeconômico responsável dos países. Tem grande potencial para desenvolver esse tipo de energia, como o Brasil. Um dos benefícios é que por ter maior

independência na localização de seu sistema de geração de energia (parques eólicos podem ser instalados em áreas remotas ou de difícil utilização das redes tradicionais de fornecimento de energia), e formas diversificadas de geração de energia, é possível promover a popularização e o fornecimento adequado de eletricidade residencial atende comunidades ainda mais remotas (FUJISE, 2018).

Por exemplo, o número médio de residências brasileiras que utilizam energia eólica em 2015 foi de 11 milhões por mês, o que equivale a 33 milhões de residentes, o que na verdade não é apenas o dobro do número de residentes brasileiros. Essa fonte forneceu energia em 2014, mas a quantidade total é semelhante ao tamanho da população da região sul em 2014. Do ponto de vista da redução da poluição ambiental, a energia eólica também é um fator de grande relevância (DE CARVALHO SILVA, 2019).

Por ser uma espécie de eletricidade que depende apenas da energia eólica, essa tecnologia tornou-se uma das mais importantes tecnologias para baixas emissões de dióxido de carbono. É considerada um fator determinante do aquecimento global e do efeito estufa. Especialmente no Brasil, a quantidade de emissões de dióxido de carbono evitadas na geração eólica em 2015 é estimada em aproximadamente 10,42 milhões de toneladas, cifra importante para o combate ao aquecimento global, equivalente a aproximadamente 7 milhões de veículos emitidos por ano (ALÉ; DE OLIVEIRA, 2010).

Finalmente, a energia eólica também desempenhou um papel importante em sua contribuição para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, além de contribuir com cerca de 40 mil empregos naquele ano, a energia eólica também pode ser viável por meio dos avanços tecnológicos obtidos nos últimos anos e das consequentes reduções de preços. Esta opção é utilizada em caso de crise na fonte hidráulica tradicional para atender a demanda de energia com menor custo. Por exemplo, diante da escassez de chuvas em algumas áreas do Brasil e do baixo nível de água de diversas hidrelétricas, o país colocou em operação termelétricas por motivos de segurança (MOREIRA et al., 2015).

No entanto, a simulação realizada mostra que, quando a energia eólica for conectada, o consumo de energia elétrica das termelétricas será reduzido e o custo de atendimento à demanda será reduzido em 5,397 bilhões de reais. Portanto, considerando essa conjuntura econômica e o custo total de pagamento de parques eólicos para contribuir com a produção de energia em 2015, foi da ordem de 4,753

bilhões de reais, que é a receita líquida do sistema eólico naquele ano. Cerca de 645 milhões de reais, esse montante considerável prova ainda que o maior uso da tecnologia eólica no país produzirá uma boa relação custo-benefício (MORAES, 2020).

### 3.4 DESAFIOS E ENTRAVES PARA A CONSOLIDAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

Embora o Brasil tenha avançado em energia eólica - tendo em vista o aumento do número de parques eólicos instalados, o aumento da geração de energia e a redução dos custos de produção o Brasil ainda tem que superar uma série de desafios e obstáculos, de fato, a energia eólica já está na matriz energética nacional já se consolidou. Nesse contexto, é importante destacar que o setor de energia eólica brasileiro, que se expandiu com a implantação de novas empresas de turbinas, pás e torres nos últimos anos, apresentou avanços consideráveis. No entanto, o setor, que se caracteriza por uma infraestrutura complexa, ainda se encontra em desenvolvimento, por isso sua consolidação e fortalecimento exigem cautela, responsabilidade e obstáculos (DE CARVALHO SILVA, 2019).

Um dos principais desafios hoje é que muitos fabricantes que operam no país não instalaram totalmente seus equipamentos e, portanto, não podem operar no nível necessário. Por exemplo, entre os fabricantes de aerogeradores, alguns não têm ou não são aprovados pelo Programa de Financiamento de Máquinas e Equipamentos do BNDES, e seu novo método passa a exigir que empresas declarem seus equipamentos de produção e insumos para um grau maior (CHAVES; BRANNSTROM, 2017).

Portanto, considerando que a adaptação a essas regras leva tempo e o valor do financiamento gira em torno de 5%, é mais difícil para essas empresas não certificadas ou em processo de certificação perder mercado ou se manterem competitivas. consolidar a cadeia produtiva eólica do país com plena operação, qualificação e capacidade de transferência de tecnologia é um processo lento e deve ser alcançado no longo prazo. Conforme enfatizado, há também o problema da falta de condições necessárias para uma programação mais eficiente das datas de início das usinas eólicas licitadas em um determinado ano, devendo iniciar em janeiro do

segundo ano, o mesmo vale para as datas de início de operação das usinas (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

Portanto, geralmente há um desequilíbrio na cadeia de suprimentos, e as unidades dos fabricantes de equipamentos de energia eólica chegarão com um grande número de pedidos ao mesmo tempo ou em tempo ocioso. No âmbito da indústria eólica nacional, outras grandes necessidades envolvem também a distribuição e logística de equipamentos e insumos, bem como a expansão e melhoria do sistema de transmissão da energia gerada nos parques eólicos instalados no país (DE CARVALHO SILVA, 2019).

Por exemplo, em termos de logística, a empresa depende muito de uma malha rodoviária que não foi projetada para transportar parques eólicos gigantes de equipamentos sem alternativas como cabotagem ou baixo investimento, então encontrará dificuldades e aumentará custos (MORAES, 2020).

Em 2016 foram avaliadas as condições das estradas, sendo que cerca de 59,2% dos trechos rodoviários apresentavam problemas de pavimentação, transmissão de sinal ou formas geométricas. Além disso, há problemas de padrões excessivamente elevados, aliados à capacidade insuficiente de operações governamentais e empresas privadas de logística, que é necessária para substituir equipamentos de energia eólica nas estradas do país, pois o transporte de pás e turbinas requer o uso de caminhões longos (CHAVES; BRANNSTROM, 2017).

Portanto, devido ao número limitado de caminhões que se adaptam ao tamanho e peso dos equipamentos, à disponibilidade de veículos para escoltas e à falta de contingentes de policiais rodoviários, eventualmente surgem problemas, como a mudança de velocidades de entrega. Lento e incapaz de dirigir no trânsito intenso na estrada. Do ponto de vista do sistema de transmissão da energia gerada pela fonte eólica, o financiamento é uma dificuldade devido à falta de investidores e linhas de transmissão insuficientes para atender a demanda de geradores, o que pode ser considerado muito grave devido aos parques eólicos de número e a capacidade de geração de energia aumentou, mas devido à impossibilidade de distribuição da energia gerada, muitas vezes acabam ficando isolados (MORAES, 2020).

No que se refere ao investimento no desenvolvimento da indústria de energia eólica, vale lembrar que a possibilidade de construir gradativamente uma indústria mais forte a um custo menor está em grande parte relacionada ao estímulo à pesquisa,

ao desenvolvimento e à inovação, no entanto, o problema do Brasil é que os esforços nessas áreas são insuficientes (FUJISE, 2018).

Deve-se destacar que o Brasil ainda carece de uma política mais específica para energias renováveis, apesar de sua importância, é um plano pontual de contratação de energia elétrica gerada por tecnologias limpas e renováveis. (Eletricidade) e implementadas há mais de dez anos, devido à recente instabilidade no atendimento da demanda de energia (devido às crises hídricas em diferentes partes do país e à queda do nível das águas das hidrelétricas), portanto, um novo a política é necessário para focar no fornecimento de várias fontes de energia, e buscar diversificar a matriz energética nacional, principalmente pelo uso de mais fontes de energia renováveis, incluindo a energia eólica (CHAVES; BRANNSTROM, 2017).

Portanto, esta série de dificuldades e problemas mostram que é necessário reajustar as políticas de investimento e planejamento do setor de energia eólica, pois seu impacto acaba levando ao fato de o país ter apresentado até um grande crescimento nos últimos 15 anos, mas acabou. Conforme mostram os dados do Brasil, sua energia eólica e geração de energia não são tão boas quanto a de alguns países da América do Norte e Europa como Estados Unidos, Canadá, Espanha e Alemanha, e os coeficientes de energia eólica e eólica de esses países não são tão bons quanto os dos brasileiros nos Estados Unidos e no Canadá (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A matriz energética mundial é altamente dependente de fontes de energia poluentes, como os combustíveis fósseis, cuja volatilidade nos preços e outros fatores de instabilidade incentivam a busca por tecnologias e fontes alternativas de energia. A energia eólica emerge como uma solução promissora para melhorar a segurança energética e reduzir as emissões de gases poluentes. No Brasil, o desenvolvimento da energia eólica tem sido impulsionado por políticas de incentivo e investimentos significativos na infraestrutura necessária para suportar o crescimento desse setor. A transição para fontes de energia renovável, incluindo a energia eólica, é essencial para mitigar os impactos ambientais negativos associados ao uso de combustíveis fósseis e promover um desenvolvimento sustentável a longo prazo (ALÉ; DE OLIVEIRA; LOPE, 2010).

O potencial da energia eólica no Brasil é substancial devido às condições naturais favoráveis, como a vasta extensão costeira e os ventos constantes, que tornam o país um dos mais competitivos no setor de energia eólica. No entanto, a implementação e expansão da energia eólica enfrentam diversos desafios, incluindo a necessidade de melhorias na infraestrutura logística, expansão das linhas de transmissão e políticas de incentivo mais robustas para atrair investimentos. A falta de infraestrutura adequada pode atrasar a entrada em operação de novos parques eólicos, prejudicando o crescimento do setor e a capacidade do Brasil de alcançar suas metas de energia renovável (CHAVES; BRANNSTROM; DA SILVA, 2017).

Além das vantagens ambientais, a energia eólica também oferece benefícios socioeconômicos significativos, como a geração de empregos e o desenvolvimento de novas tecnologias. A indústria eólica brasileira tem potencial para se tornar um polo de inovação e tecnologia, atraindo investimentos estrangeiros e estimulando a economia local. Contudo, para maximizar esses benefícios, é essencial que haja um planejamento estratégico que inclua a formação de mão de obra qualificada e o fortalecimento das cadeias produtivas locais. A integração da energia eólica na matriz energética brasileira não só ajuda a diversificar as fontes de energia, mas também contribui para a segurança energética do país (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

O Brasil já experimentou um crescimento significativo na capacidade instalada de energia eólica, especialmente desde a implementação de políticas de incentivo no início dos anos 2000. No entanto, a expansão contínua do setor depende de políticas governamentais consistentes e do apoio a iniciativas de pesquisa e desenvolvimento. A inovação tecnológica, como o uso de redes neurais artificiais para a previsão da geração eólica, pode melhorar a eficiência e a previsibilidade da produção de energia eólica, tornando-a uma opção ainda mais viável e atraente para investidores (DE CARVALHO SILVA, 2019).

A energia eólica representa uma oportunidade única para o Brasil reduzir sua dependência de fontes de energia não renováveis e diminuir sua pegada de carbono. No entanto, para que essa transição seja bem-sucedida, é necessário abordar as limitações atuais, como a falta de infraestrutura e os desafios regulatórios.

Investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento são cruciais para superar esses obstáculos e garantir que o Brasil possa aproveitar plenamente seu potencial eólico. A colaboração entre o setor público e privado é essencial para desenvolver um setor de energia eólica robusto e sustentável (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

As perspectivas para a energia eólica no Brasil são promissoras, mas dependem de uma abordagem holística que considere tanto os aspectos técnicos quanto os socioeconômicos. A integração bem-sucedida da energia eólica na matriz energética brasileira exige um compromisso contínuo com a inovação, a infraestrutura e a formação de políticas eficazes. Ao abordar esses desafios, o Brasil pode não apenas melhorar sua segurança energética, mas também posicionar-se como líder global em energia renovável. A energia eólica, portanto, não é apenas uma solução ambiental, mas também uma estratégia crucial para o desenvolvimento econômico e social do país (FUJISE, 2018).

O desenvolvimento da energia eólica no Brasil é um exemplo claro de como as políticas de incentivo e os investimentos estratégicos podem transformar a matriz energética de um país. Embora ainda existam desafios significativos, as oportunidades oferecidas pela energia eólica são vastas e variadas. Com uma abordagem estratégica e colaborativa, o Brasil pode continuar a expandir sua capacidade de energia eólica, contribuindo para um futuro mais sustentável e menos dependente de fontes de energia poluentes. A energia eólica não só ajuda a reduzir as emissões de gases poluentes, mas também promove o desenvolvimento de tecnologias inovadoras e a criação de empregos, demonstrando que o caminho para um futuro sustentável está ao nosso alcance (MORAES, 2020).

#### 4.1 POTENCIAL EÓLICO NO TERRITÓRIO BRASILEIRO

O potencial eólico no território brasileiro é imenso, principalmente devido às características geográficas e climáticas do país. O Brasil possui uma vasta extensão costeira e regiões de planaltos onde os ventos são constantes e fortes, fatores que contribuem significativamente para a viabilidade e eficiência da geração de energia eólica. Estudos indicam que as áreas com maior potencial eólico estão localizadas principalmente no Nordeste, onde os ventos são mais intensos e regulares ao longo

do ano, proporcionando condições ideais para a instalação de parques eólicos (ALÉ; DE OLIVEIRA; LOPE, 2010).

Além das regiões costeiras, outras áreas do Brasil também apresentam grande potencial para a geração de energia eólica. O interior do país, especialmente em estados como Bahia, Rio Grande do Norte e Ceará, tem se destacado como locais estratégicos para o desenvolvimento de projetos eólicos. Essas regiões possuem ventos consistentes que podem ser aproveitados para a produção de energia em larga escala, contribuindo para a diversificação da matriz energética nacional e a redução da dependência de fontes não renováveis (CHAVES; BRANNSTROM; DA SILVA, 2017).

O mapeamento e a caracterização do potencial eólico no Brasil têm sido realizados com o uso de tecnologias avançadas, como torres meteorológicas e ferramentas computacionais. Esses métodos permitem uma análise precisa das condições dos ventos, identificando as áreas mais promissoras para a instalação de turbinas eólicas. A utilização dessas tecnologias é fundamental para o planejamento e a execução de projetos eólicos eficientes e sustentáveis, garantindo que os investimentos sejam direcionados para locais com maior potencial de retorno (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

Apesar do grande potencial, a exploração da energia eólica no Brasil ainda enfrenta desafios significativos. A infraestrutura para transmissão de energia, por exemplo, precisa ser ampliada e modernizada para suportar o aumento da geração eólica. Além disso, é necessário desenvolver políticas públicas que incentivem o investimento privado e a pesquisa em novas tecnologias eólicas. Essas medidas são essenciais para que o Brasil possa aproveitar plenamente seu potencial eólico e consolidar-se como um líder global em energia renovável (DE CARVALHO SILVA, 2019).

O desenvolvimento da energia eólica no Brasil também traz benefícios ambientais importantes, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e a mitigação das mudanças climáticas. A energia eólica é uma fonte limpa e renovável, que não gera poluição atmosférica ou resíduos tóxicos. A expansão dos



parques eólicos no Brasil representa um passo significativo na direção de um futuro energético mais sustentável e menos dependente de combustíveis fósseis (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

A integração do potencial eólico na matriz energética brasileira não só contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também promove o desenvolvimento econômico e social. A criação de empregos diretos e indiretos, o estímulo à indústria nacional e o fortalecimento das cadeias produtivas locais são alguns dos benefícios associados ao crescimento do setor eólico. Investir em energia eólica é, portanto, uma estratégia que alia desenvolvimento econômico com responsabilidade ambiental, refletindo um compromisso com as futuras gerações (FUJISE, 2018).

O Brasil tem se destacado como um dos países com maior crescimento na capacidade instalada de energia eólica, graças ao seu vasto potencial e aos investimentos estratégicos realizados nos últimos anos. No entanto, para que esse crescimento seja sustentável, é crucial que haja um planejamento integrado que considere tanto os aspectos técnicos quanto os socioeconômicos. A expansão da energia eólica deve ser acompanhada de investimentos em infraestrutura, formação de mão de obra qualificada e políticas de incentivo eficazes, garantindo que o país possa aproveitar ao máximo seu potencial eólico (MORAES, 2020).

#### 4.2 TECNOLOGIAS E INOVAÇÕES EM ENERGIA EÓLICA

O desenvolvimento de tecnologias e inovações em energia eólica tem desempenhado um papel crucial na expansão e eficiência dessa fonte de energia renovável no Brasil. A evolução tecnológica tem permitido a construção de turbinas eólicas mais eficientes, capazes de gerar mais energia a partir de ventos de menor intensidade, além de melhorar a durabilidade e reduzir os custos de manutenção. Tecnologias como turbinas de eixo horizontal e vertical, sistemas de controle avançados e materiais mais leves e resistentes têm sido adotadas para otimizar a captação de energia eólica (ALÉ; DE OLIVEIRA; LOPE, 2010).

Uma das inovações significativas no setor é o desenvolvimento de turbinas de grande porte, que podem capturar ventos em altitudes mais elevadas, onde a

velocidade do vento é maior e mais constante. Essas turbinas são equipadas com pás mais longas e eficientes, que aumentam a área de varredura e, conseqüentemente, a quantidade de energia gerada. Além disso, o uso de materiais compostos de alta resistência permite que essas turbinas sejam mais leves e duráveis, reduzindo os custos de operação e manutenção (CHAVES; BRANNSTROM; DA SILVA, 2017).

Outro avanço importante é a integração de sistemas de controle inteligentes, que utilizam algoritmos e sensores avançados para otimizar o desempenho das turbinas em tempo real. Esses sistemas podem ajustar a orientação das pás e a velocidade de rotação para maximizar a eficiência energética, mesmo em condições de vento variável. A automação e o monitoramento remoto também permitem a detecção precoce de falhas e a realização de manutenções preventivas, aumentando a confiabilidade e a vida útil dos equipamentos (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

A energia eólica offshore, ou seja, a geração de energia a partir de turbinas instaladas no mar, é outra área de inovação que tem ganhado destaque. As turbinas offshore podem aproveitar ventos mais fortes e constantes que ocorrem em alto-mar, aumentando significativamente a produção de energia. No Brasil, o potencial eólico offshore é vasto, especialmente ao longo da costa nordeste, e investimentos nessa tecnologia poderiam ampliar ainda mais a capacidade de geração eólica do país. A utilização de plataformas flutuantes e técnicas avançadas de ancoragem são algumas das soluções tecnológicas que estão sendo desenvolvidas para viabilizar a exploração desse potencial (DE CARVALHO SILVA, 2019).

A digitalização e a internet das coisas (IoT) também têm impulsionado a inovação no setor eólico. Sensores inteligentes instalados nas turbinas podem coletar dados em tempo real sobre a performance e as condições ambientais, que são analisados por meio de inteligência artificial para otimizar a operação e a manutenção das turbinas. Esta abordagem permite uma gestão mais eficiente dos parques eólicos, reduzindo os custos operacionais e aumentando a produção de energia (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

A pesquisa e o desenvolvimento contínuos são essenciais para manter a competitividade e a eficiência da energia eólica. No Brasil, universidades e centros de

pesquisa têm colaborado com a indústria para desenvolver novas tecnologias e melhorar as existentes. Parcerias público-privadas têm sido fundamentais para financiar projetos de pesquisa que visam a inovação em materiais, aerodinâmica, e sistemas de controle, fortalecendo a base tecnológica do setor eólico nacional (FUJISE, 2018).

As tecnologias e inovações em energia eólica estão transformando o setor, aumentando a eficiência, reduzindo custos e expandindo o potencial de geração. O Brasil, com seu vasto potencial eólico, está bem posicionado para se beneficiar dessas inovações, garantindo uma fonte de energia renovável e sustentável para o futuro. A continuidade dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, aliada à implementação de políticas de incentivo, será crucial para o crescimento e a sustentabilidade da energia eólica no país (MORAES, 2020).

#### 4.3 POLÍTICAS PÚBLICAS E INCENTIVOS PARA A ENERGIA EÓLICA

As políticas públicas e os incentivos governamentais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento e na expansão da energia eólica no Brasil. O governo brasileiro tem implementado diversas medidas para fomentar o crescimento desse setor, reconhecendo a importância da energia eólica como uma fonte limpa e renovável que contribui para a diversificação da matriz energética e a redução das emissões de gases de efeito estufa. Entre essas políticas, destacam-se os leilões de energia, que proporcionam contratos de longo prazo para os projetos eólicos, garantindo a segurança financeira necessária para atrair investimentos (ALÉ; DE OLIVEIRA; LOPE, 2010).

Os leilões de energia renovável, iniciados em 2009, têm sido uma ferramenta eficaz para aumentar a capacidade instalada de energia eólica no país. Esses leilões promovem a competitividade entre os projetos eólicos, resultando em preços mais baixos para o consumidor final e incentivando a eficiência e a inovação no setor. Além disso, a previsibilidade e a transparência dos leilões criam um ambiente favorável para o planejamento de longo prazo e a atração de investidores nacionais e internacionais (CHAVES; BRANNSTROM; DA SILVA, 2017).

Outro incentivo importante é o financiamento oferecido por instituições como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O BNDES oferece linhas de crédito com condições favoráveis para projetos de energia renovável, incluindo a energia eólica. Esses financiamentos cobrem tanto a fase de implantação quanto a de operação dos parques eólicos, reduzindo os riscos financeiros e facilitando a concretização dos projetos. A participação do BNDES tem sido crucial para o crescimento do setor eólico no Brasil, permitindo que os desenvolvedores acessem os recursos necessários para suas iniciativas (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

Além dos leilões e do financiamento, o governo brasileiro também implementa políticas fiscais que beneficiam o setor eólico. Isenções e reduções de impostos, como o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), são aplicadas a equipamentos e componentes utilizados na geração de energia eólica. Essas medidas reduzem os custos de investimento e operação dos projetos eólicos, tornando-os mais viáveis e competitivos em comparação com outras fontes de energia (DE CARVALHO SILVA, 2019).

O papel das políticas ambientais também é significativo no incentivo ao desenvolvimento da energia eólica. O licenciamento ambiental, quando conduzido de forma eficiente e transparente, pode facilitar a implantação de parques eólicos. No entanto, é necessário equilibrar a proteção ambiental com o desenvolvimento econômico, garantindo que os projetos eólicos respeitem as áreas de preservação e minimizem os impactos sobre a fauna e a flora locais. A adoção de práticas sustentáveis e a realização de estudos de impacto ambiental são essenciais para a aprovação e o sucesso dos projetos (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

Para fortalecer ainda mais o setor eólico, é fundamental que o governo continue a apoiar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico. Investimentos em inovação são cruciais para aumentar a eficiência das turbinas eólicas, reduzir os custos de produção e manutenção e explorar novas áreas de potencial eólico, como a energia eólica offshore. Parcerias entre o setor público, universidades e empresas privadas são essenciais para promover o avanço tecnológico e manter a competitividade do Brasil no cenário global de energia renovável (FUJISE, 2018).

As políticas públicas e os incentivos são pilares indispensáveis para o desenvolvimento sustentável da energia eólica no Brasil. Medidas como leilões de energia, financiamento favorável, incentivos fiscais e políticas ambientais bem estruturadas têm contribuído significativamente para o crescimento do setor. A continuidade e o aprimoramento dessas políticas são essenciais para garantir que o Brasil possa aproveitar plenamente seu vasto potencial eólico, promovendo uma matriz energética mais limpa e sustentável para as futuras gerações (MORAES, 2020).

#### 4.4 DESAFIOS E OPORTUNIDADES DO SETOR EÓLICO NO BRASIL

O setor eólico no Brasil enfrenta uma série de desafios e oportunidades que podem influenciar significativamente seu desenvolvimento futuro. Entre os principais desafios estão a necessidade de expansão da infraestrutura de transmissão, a complexidade do licenciamento ambiental e a dependência de políticas governamentais consistentes para garantir a continuidade dos investimentos. A infraestrutura de transmissão é crítica, pois a maioria dos parques eólicos está localizada em áreas remotas, longe dos principais centros de consumo de energia. A falta de linhas de transmissão adequadas pode levar a gargalos na distribuição da energia gerada, limitando a eficiência e a viabilidade econômica dos projetos (ALÉ; DE OLIVEIRA; LOPE, 2010).

O licenciamento ambiental é outro desafio importante para o setor eólico. Embora seja essencial para garantir a sustentabilidade dos projetos, o processo pode ser demorado e burocrático, criando incertezas para os investidores. É necessário encontrar um equilíbrio entre a proteção ambiental e a viabilidade econômica dos projetos eólicos, simplificando os procedimentos administrativos sem comprometer os padrões ambientais. A adoção de práticas sustentáveis e a realização de estudos de impacto ambiental detalhados são fundamentais para facilitar a aprovação dos projetos e garantir sua sustentabilidade a longo prazo (CHAVES; BRANNSTROM; DA SILVA, 2017).

A dependência de políticas governamentais consistentes é outro fator que pode impactar o setor eólico. Mudanças frequentes nas políticas de incentivo e nos regulamentos podem criar um ambiente de incerteza, dificultando o planejamento e a atração de investimentos. É crucial que o governo brasileiro mantenha um compromisso claro e contínuo com a promoção de energias renováveis, implementando políticas de longo prazo que ofereçam segurança e previsibilidade aos investidores. A estabilidade regulatória é essencial para fomentar a confiança no setor e garantir a continuidade dos investimentos (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

Apesar desses desafios, o setor eólico no Brasil também apresenta inúmeras oportunidades. O vasto potencial eólico do país, especialmente nas regiões Nordeste e Sul, oferece uma base sólida para o crescimento contínuo. O desenvolvimento de tecnologias avançadas, como turbinas de grande porte e sistemas de controle inteligentes, pode aumentar a eficiência e reduzir os custos de geração, tornando a energia eólica cada vez mais competitiva em relação a outras fontes de energia. A inovação tecnológica é uma oportunidade significativa para o Brasil liderar o mercado global de energia eólica, atraindo investimentos e criando empregos qualificados (DE CARVALHO SILVA, 2019).

Outra oportunidade importante é a expansão da energia eólica offshore. As regiões costeiras brasileiras têm um potencial eólico considerável que pode ser explorado para aumentar a capacidade de geração de energia. A energia eólica offshore permite a instalação de turbinas em áreas onde os ventos são mais fortes e constantes, aumentando a eficiência da geração. Investimentos em infraestrutura offshore e o desenvolvimento de tecnologias específicas para essa modalidade podem abrir novos mercados e contribuir significativamente para a diversificação da matriz energética brasileira (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

A internacionalização das empresas brasileiras do setor eólico também representa uma oportunidade. A expertise adquirida no desenvolvimento de projetos eólicos domésticos pode ser exportada para outros países, especialmente aqueles em desenvolvimento que estão começando a investir em energias renováveis. A criação de parcerias internacionais e a participação em projetos globais podem ampliar o mercado para as empresas brasileiras, promovendo a transferência de tecnologia e a

inovação. Essa internacionalização pode fortalecer a posição do Brasil como um líder em energia renovável no cenário global (FUJISE, 2018).

Assim, o setor eólico no Brasil enfrenta desafios significativos, mas também tem à sua frente inúmeras oportunidades que podem ser exploradas para garantir seu crescimento sustentável. A superação dos desafios relacionados à infraestrutura de transmissão, ao licenciamento ambiental e à estabilidade das políticas governamentais é essencial para criar um ambiente favorável ao desenvolvimento do setor. Aproveitar as oportunidades de inovação tecnológica, expansão offshore e internacionalização das empresas pode posicionar o Brasil como um líder global em energia eólica, contribuindo para uma matriz energética mais limpa e sustentável (MORAES, 2020).

#### 4.5 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA ENERGIA EÓLICA

Os impactos socioeconômicos da energia eólica no Brasil são significativos e abrangem diversos aspectos da sociedade, desde a geração de empregos até a melhoria da qualidade de vida nas comunidades locais. A implementação de parques eólicos tem potencial para transformar economias regionais, especialmente em áreas rurais e menos desenvolvidas, onde muitas dessas instalações são frequentemente localizadas. A construção e operação de parques eólicos geram empregos diretos e indiretos, desde a fase de planejamento e construção até a manutenção e operação contínua, proporcionando uma fonte de renda estável para muitas famílias (ALÉ; DE OLIVEIRA; LOPE, 2010).

Além da criação de empregos, os projetos eólicos contribuem para o desenvolvimento da infraestrutura local. Estradas, instalações elétricas e outras melhorias de infraestrutura são frequentemente necessárias para suportar a construção e operação dos parques eólicos, beneficiando a comunidade em geral. Esses investimentos podem levar a um aumento na qualidade de vida dos residentes locais, facilitando o acesso a serviços básicos e promovendo o desenvolvimento econômico regional. A presença de parques eólicos também pode atrair outras formas de investimento, estimulando a economia local de maneira mais ampla (CHAVES; BRANNSTROM; DA SILVA, 2017).

Os benefícios econômicos da energia eólica não se limitam apenas às comunidades locais. O aumento da capacidade de geração de energia eólica contribui para a diversificação da matriz energética nacional, reduzindo a dependência de fontes de energia não renováveis e importadas. Isso, por sua vez, melhora a segurança energética do país e pode levar a uma redução nos custos de energia a longo prazo. A energia eólica, sendo uma fonte renovável e de baixo custo operacional, oferece uma alternativa competitiva que pode estabilizar os preços da energia e promover a sustentabilidade econômica (DALMAZ; PASSOS; COLLE, 2008).

A energia eólica também tem impactos ambientais positivos que podem traduzir-se em benefícios socioeconômicos. A redução das emissões de gases de efeito estufa e a diminuição da poluição do ar contribuem para a melhoria da saúde pública, resultando em menores gastos com saúde e maior produtividade da força de trabalho. Comunidades que vivem perto de grandes fontes de poluição podem experimentar melhorias significativas na qualidade do ar e na saúde geral, o que pode se refletir em uma melhor qualidade de vida e maior expectativa de vida para os residentes (DE CARVALHO SILVA, 2019).

No entanto, a implementação de projetos eólicos também pode gerar conflitos e desafios socioeconômicos. Em algumas comunidades, a construção de parques eólicos pode causar deslocamento de pessoas e mudanças no uso da terra, afetando a agricultura e outras atividades tradicionais. É essencial que os desenvolvedores de projetos eólicos trabalhem em estreita colaboração com as comunidades locais para minimizar os impactos negativos e garantir que os benefícios sejam compartilhados de maneira justa e equitativa. A transparência, o diálogo e a participação comunitária são fundamentais para o sucesso e a aceitação social dos projetos eólicos (DE LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

O setor eólico também pode impulsionar a educação e o treinamento técnico, proporcionando oportunidades de capacitação profissional e desenvolvimento de habilidades para a população local. A demanda por técnicos qualificados para operar e manter turbinas eólicas cria um incentivo para programas de formação e educação



técnica, que podem beneficiar a força de trabalho local e aumentar as oportunidades de emprego. A formação de parcerias entre empresas e instituições educacionais pode fortalecer a base de conhecimento e habilidades necessárias para sustentar o crescimento do setor eólico no longo prazo (FUJISE, 2018).

Os impactos socioeconômicos da energia eólica no Brasil são amplamente positivos, proporcionando benefícios econômicos, sociais e ambientais significativos. A criação de empregos, o desenvolvimento da infraestrutura, a diversificação da matriz energética e a melhoria da saúde pública são alguns dos principais benefícios associados ao crescimento do setor eólico. No entanto, é crucial abordar os desafios e conflitos potenciais de maneira proativa, garantindo que as comunidades locais sejam envolvidas e beneficiadas pelo desenvolvimento da energia eólica. Com políticas e práticas adequadas, a energia eólica pode continuar a ser um motor de desenvolvimento sustentável no Brasil (MORAES, 2020).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A energia renovável é um dos métodos para resolver problemas de energia em escala global. Além disso, também tem impactos socioeconômicos benéficos, como diversificação do fornecimento de energia, vantagens ambientais e redução das emissões de dióxido de carbono. Criar desenvolvimento sustentável e criar oportunidades de emprego por meio do potencial inesgotável da energia eólica. Nesse sentido, levando em consideração as necessidades de toda a sociedade, a obtenção de energia elétrica pelo sistema de energia eólica é uma escolha eficaz e econômica para atender a demanda crescente.

O desenvolvimento econômico está intimamente relacionado à dependência energética, e a combinação da dependência energética com outros recursos (como a hidreletricidade) pode ajudar a mudar a matriz energética global. De acordo com a pesquisa, a principal consideração para a implementação de um parque eólico é que seus benefícios são muitos e, em comparação com o geral, quaisquer desvantagens são apenas detalhes. Portanto, os benefícios da implantação de energia eólica para as necessidades globais de energia são indiscutíveis.

A energia eólica tornou-se um novo recurso no plano de expansão do sistema elétrico brasileiro, com potencial exploratório e capaz de fornecer energia

ambientalmente sustentável para atender às previsões de demanda nas próximas décadas. Em comparação com as energias não renováveis, tem pouco impacto no meio ambiente e, como o país tem uma vantagem geográfica na produção de energia, suas perspectivas de uso são amplas. Embora a energia eólica seja relativamente nova, cada vez mais investimentos em pesquisa e tecnologia têm contribuído em curto prazo para a redução dos custos de produção. Portanto, é importante que haja incentivos competitivos, mas o mais importante é que o Estado intervenha nas questões de interesse nacional para consolidar a viabilidade da energia eólica e assim contribuir para um país sustentável.

Conclui-se que apesar dos avanços alcançados, devido a uma série de problemas como por exemplo, na logística de equipamentos e insumos, no sistema de transmissão do sistema de geração de energia, muitas dessas vantagens e potencialidades foram finalmente comprometidas, e o atraso não foi totalmente utilizado. Energia, fabricantes têm dificuldade em cumprir os planos de financiamento do governo, planejam iniciar a operação de parques eólicos todos os anos, formular políticas de incentivo às energias renováveis para se adaptarem à situação atual e exigirem mais pesquisa e desenvolvimento; isso não é simples, pode ser resolvido em a longo prazo ou reduzi-los.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALÉ, Jorge Antonio Villar; DE OLIVEIRA, Cássia Pederiva; LOPE, António Manuel Gameiro. Caracterização eólica de microrregião utilizando torre meteorológica e ferramenta computacional. **1º Seminário Nacional de Engenharia do vento, SENEV 2010**, 2010.

CHAVES, Leilane Oliveira; BRANNSTROM, Christian; DA SILVA, Edson Vicente. Energia eólica e a criação de conflitos: Ocupação dos espaços de lazer em uma comunidade no nordeste do Brasil. **Sociedade e Território**, v. 29, n. 2, p. 49-69, 2017.

DALMAZ, Alessandro; PASSOS, Júlio César; COLLE, Sergio. Energia eólica para geração de eletricidade e a importância da previsão. **Revista ABCM-Engenharia**, v. 13, n. 1, p. 27-32, 2008.

DE CARVALHO SILVA, Amanda Jorge Vinhoza. **Potencial eólico offshore no Brasil: localização de áreas nobres através de análise multicritério**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DE LIMA, Elaine Carvalho; SANTOS, Isabela Amâncio; MOIZINHO, Luzélia Calegari Santos. Energia eólica no Brasil: oportunidades e limitações para o desenvolvimento sustentável. **Revista Estudo & Debate**, v. 25, n. 1, 2018.

FUJISE, Jun. **Desenvolvimento de Modelo de Previsão de Geração Eólica para Planejamento Energético Utilizando Redes Neurais Artificiais**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MORAES, Jessica Lobo. Proposta de diretrizes para avaliar o ruído de turbinas de vento em parques eólicos brasileiros. 2020.

MOREIRA, ROSEILDA NUNES et al. Impactos Socioambientais e Econômicos da Energia Eólica no interior do Ceará. **São Paulo: Engema, sd**, 2015.

PEREIRA, José Alberto Gonçalves. Recursos para energia limpa voltam a crescer. **Página 22**, n. 50, p. 13, 2011.