

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO**

**SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS, SESA**

**CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, DECON**

**JOÃO EMANUEL DIAS DOS SANTOS**

**UTILIZAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: uma análise comparativa para  
as macrorregiões**

**Guarapuava/PR  
2025**

**JOÃO EMANUEL DIAS DOS SANTOS**

**UTILIZAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: uma análise comparativa para  
as macrorregiões**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof.: Dr. Márcio Marconato.

**Guarapuava/PR  
2025**

**JOÃO EMANUEL DIAS DOS SANTOS**

**UTILIZAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: uma análise comparativa para  
as macrorregiões**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Márcio Marconato  
Orientador

---

Profa. Dra. Zoraide da Fonseca Costa  
Avaliador

---

Prof. Dr. Simão Ternoski  
Avaliador

Aprovado em: 28/11/2025

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, sabedoria e serenidade concedidas ao longo desta caminhada. Sem a Sua presença constante, nada disso teria sido possível.

Expresso minha profunda gratidão à minha família, pelo amor incondicional, compreensão e apoio em todos os momentos, especialmente nas etapas mais desafiadoras desta jornada acadêmica. O incentivo e a confiança que sempre me dedicaram foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos professores, deixo meu sincero reconhecimento pela dedicação, paciência e pelo valioso conhecimento transmitido durante o curso. Cada ensinamento contribuiu de maneira essencial para o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço também aos amigos próximos e colegas de faculdade e trabalho, pela parceria, companheirismo e incentivo constante. As conversas, os conselhos e os momentos compartilhados tornaram este percurso mais leve e enriquecedor.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo o meu mais sincero muito obrigado.

“O vento sopra onde quer; ouves a sua voz,  
mas não sabes de onde vem,  
nem para onde vai.” (João 3:8)

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar a utilização da energia eólica no Brasil, com enfoque nas macrorregiões, destacando os fatores que impulsionam sua expansão. A problemática da pesquisa indaga: como a fonte de energia eólica tem sido aproveitada nas macrorregiões do Brasil nas duas primeiras décadas do século XXI? E, quais foram as principais ações públicas que contribuíram para o desenvolvimento do setor? A hipótese é que a utilização de energia eólica nas regiões brasileiras cresceu de forma heterogênea, pois levou em conta a disponibilidade de recursos naturais, neste caso, o vento. Ao mesmo tempo, ocorreram incentivos públicos que impulsionaram a produção desta fonte de energia renovável no período estudado. A pesquisa caracteriza-se como descritiva e quantitativa, fundamentada em dados secundários disponibilizados por órgãos oficiais como o Ministério de Minas e Energia (MME), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA). A análise abrange o período de 2004, 2014 e 2024, contemplando as variáveis de geração, capacidade instalada e número de usinas. Os resultados revelaram um crescimento expressivo do setor eólico brasileiro, especialmente na região Nordeste, responsável por mais de 90% da produção nacional. Esse avanço está associado à combinação de condições naturais favoráveis, políticas públicas regionais de incentivo e a modernização tecnológica. Constatou-se ainda que a energia eólica contribui para a diversificação da matriz energética brasileira.

**Palavras-chave:** energia eólica; desenvolvimento regional; sustentabilidade.

## ABSTRACT

This study aims to analyze the use of wind energy in Brazil, focusing on macro-regions and highlighting the factors that may have driven its expansion. The research questions are: how has wind energy been used in Brazil's macro-regions in the first two decades of the 21st century? And what were the main public actions that may have contributed to the development of the sector? The hypothesis is that the use of wind energy in Brazilian regions has grown unevenly, as it took into account the availability of natural resources, in this case, wind. At the same time, public incentives were introduced that boosted the production of this renewable energy source during the period studied. The research is descriptive and quantitative, based on secondary data provided by official bodies such as the Ministry of Mines and Energy (MME), the National Electric Energy Agency (ANEEL), and the Brazilian Wind Energy Association (ABEEÓLICA). The analysis covers the period from 2004 to 2014 and 2024, considering the variables of generation, installed capacity, and number of plants. The results revealed significant growth in the Brazilian wind power sector, especially in the Northeast region, which accounts for over 90% of national production. This progress is associated with a combination of favorable natural conditions, public incentive policies, and technological modernization. It was also found that wind power contributes to the diversification of the energy matrix.

**Keywords:** wind energy; regional development; sustainability.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Histórico da produção de energia no Brasil .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Energia eólica: definição e origem .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Características de funcionamento da energia eólica .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Aspectos microeconômicos e decisões empresarias .....</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Características econômicas do setor de energia .....</b>	<b>22</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Caracterização da pesquisa e delimitação temporal .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Variáveis do estudo e base de dados.....</b>	<b>27</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Geração de energia eólica no Brasil.....</b>	<b>31</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas e os impactos ambientais têm exigido que os países busquem novas fontes de energias mais sustentáveis, visando equacionar as demandas crescentes das sociedades e a disponibilidade limitada de recursos naturais. Neste aspecto, o Brasil é reconhecido por suas riquezas naturais que podem ser aproveitadas para a geração de energia elétrica, complementar as hidrelétricas, o aproveitamento do potencial renovável nacional, baseada na energia solar, eólica e biomassa, é crucial para diversificar a matriz e aumentar a produção de forma mais sustentável.

Segundo o Balanço Energético Nacional 2023, publicado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), o Brasil possui uma matriz energética mais limpa em comparação a muitos países. Em 2022, cerca de 47,4% da matriz energética brasileira provinha de fontes renováveis, enquanto a média mundial é de aproximadamente 14%. Já na matriz elétrica, esse número sobe para mais de 80%, com destaque para a hidroeletricidade, eólica, solar e biomassa (MME, 2023).

Essa expressiva participação de energias renováveis é reflexo não apenas da abundância de recursos naturais, mas também de políticas públicas de incentivo, da evolução tecnológica e do envolvimento crescente do setor privado. No entanto, a distribuição da produção dessas energias não é homogênea no território nacional, refletindo os diferentes potenciais regionais e condições de infraestrutura. Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA) no ano de 2024, a produção de energia apresentava a seguinte configuração:

A utilização da energia eólica tem crescido e se consolidado como uma das principais fontes no Brasil. Em 2024, por exemplo, foram instalados 3,3 GW de potência e a eólica foi a segunda fonte que mais cresceu, representando 10,8% da capacidade instalada. Com isso, a fonte eólica atingiu uma participação de 16,1% da matriz elétrica brasileira, seguido do Gás Natural como 8,5%, da Biomassa com 8,2% e a Fotovoltaica que representou com 7,9% (ABEEÓLICA, 2024).

Investigar se os potenciais naturais das macrorregiões brasileiras estão sendo aproveitados é importante para propor estratégias que aumentem a segurança energética nacional e a sustentabilidade ambiental. O país possui ampla extensão

territorial marcada por diversidades climáticas, geográficas e econômicas, que podem representar oportunidades para o uso e o aproveitamento dessa fonte de energia. Neste caso, cabe aos setores público e privado identificar os potenciais e as limitações para desenvolver um setor energético mais sustentável, aproveitando os recursos locais disponíveis.

Diante disso, tem-se os seguintes problemas de pesquisa: durante as duas primeiras décadas do século XXI a produção de energia eólica tem sido aproveitada nas macrorregiões do Brasil? E, quais foram as principais ações públicas que contribuíram para o desenvolvimento do setor?

A hipótese é que a utilização de energia eólica nas regiões brasileiras cresceu de forma heterogênea, pois levou em conta a disponibilidade de recursos naturais, neste caso, o vento. Ao mesmo tempo, ocorreram incentivos públicos que impulsionaram a produção desta fonte de energia renovável no período estudado.

Para responder ao problema de pesquisa e confirmar (ou não) as hipóteses, o objetivo geral deste estudo é analisar a produção de energia eólica no Brasil nos anos de 2004, 2014 e 2024, identificando os fatores de influência na adoção por essa forma de energia. De maneira pormenorizada, serão mensuradas: i) a quantidade total de energia elétrica produzida pelo Brasil no período analisado; ii) o consumo total de energia elétrica durante o período estudado; iii) a geração de energia eólica nas macrorregiões do Brasil; e iv) as ações implementadas pelo setor público para desenvolver a produção de energia eólica no Brasil.

A justificativa que permeia o desenvolvimento deste estudo é o crescimento populacional, a expansão econômica e as mudanças de hábitos de consumo da sociedade que exigem dos países um aumento da produção de energia. A emergência decorrente das mudanças climáticas demanda das nações alternativas para produzir energia em maior quantidade e de forma mais sustentável, em consonância com o aumento da demanda de consumidores e produtores. Sendo assim, é necessário investigar se os potenciais naturais nas regiões brasileiras têm sido aproveitados, permitindo que sejam implementadas políticas públicas para atrair investimentos que impulsionem a produção de energia renovável, como a eólica.

O estudo está dividido em quatro capítulos além desta introdução. O segundo apresenta o referencial teórico, discutindo a evolução da produção de energia no Brasil ao longo do tempo e os aspectos microeconômicos que pautam as decisões das empresas. No terceiro são apresentados os aspectos metodológicos, com ênfase

nas variáveis utilizadas, nas bases de dados consultadas e o tratamento das variáveis. O quarto capítulo apresenta e discute os principais resultados obtidos, por fim são apresentadas as considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é dividido em três partes, na primeira apresenta uma discussão sobre a evolução do setor de energia no Brasil, com ênfase aos principais acontecimentos dos séculos XX e XXI. A segunda realça a importância dos aspectos microeconômicos que balizam as decisões empresariais divididas em: tecnologia de produção e análise de custos. Por fim, trata de algumas das informações econômicas mais relevantes que caracterizam o setor de energia eólica.

### 2.1 Histórico da produção de energia no Brasil

Desde os primeiros anos do século XX, o país vem se adaptando às necessidades de crescimento econômico e urbanização. No início, a produção de energia era pautada basicamente nas usinas hidroelétricas, principalmente entre as décadas de 1930 e 1950, com grandes obras que foram fundamentais para a industrialização. Segundo Goldemberg (2012), nessa fase, o Brasil começou a estruturar sua matriz energética com forte presença da energia hidráulica, aproveitando o potencial dos rios e a geografia favorável.

A década de 1950 foi marcante para o setor de energia do Brasil, pois as hidrelétricas se consolidaram em decorrência da disponibilidade de recursos hídricos, por conta de inúmeros rios. Pode-se dizer que Eletrobrás criada no ano 1962, foi um dos primeiros grandes projetos, uma vez que foi possível consolidar hidrelétricas de grande porte e expandir as linhas de transmissão em diversas partes do territorial nacional (Tolmasquim, 2016). Conseqüentemente, esse período marca o início de uma estrutura de produção de energia mais limpa, porém deixa a produção mais suscetível as condições do clima.

A primeira usina hidrelétrica entrou em operação no Brasil em 1883 na cidade de Diamantina em Minas Gerais. Ainda no século XIX outras cidades mineiras também foram recebendo novas usinas. Já no início século XX foi fundada no Rio de Janeiro a Light Serviços de Eletricidade S.A, com o objetivo de desenvolver tecnologias para barragens e colocar em funcionamento novas hidrelétricas (Pereira, 2021).

Durante o século XX, o Brasil expandiu amplamente sua infraestrutura hidrelétrica. Com o passar do tempo, especialmente a partir da década de 1970, novos desafios surgiram no setor energético, evidenciando a necessidade de diversificar a

matriz e reduzir a dependência de uma única fonte de geração. Nesse contexto, o país passou a investir em alternativas renováveis, como energia solar, eólica e biomassa. Segundo Fadigas (2011), essa mudança de direção foi favorecida pelos avanços tecnológicos e por incentivos governamentais em determinados períodos, que impulsionaram o desenvolvimento e a expansão dessas fontes alternativas.

A partir dos anos 2000, ocorre uma crescente conscientização sobre os aspectos ambientais na produção de energia, e no que se refere as hidrelétricas as questões de custos climáticos. Diante disso, o Brasil passa a direcionar esforços para ampliar o uso de fontes renováveis para diversificar sua matriz energética. O lançamento do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) no ano de 2002, buscou incentivar a produção de energia renovável em diferentes regiões do Brasil. Esse programa teve um papel importante no aproveitamento dos recursos naturais do Nordeste, como o vento e o sol abundantes (Philippi-Junior; Reis, 2016).

A matriz elétrica brasileira é composta predominantemente por hidrelétrica, que respondem por 55,3% de toda a energia produzida no país. Entre as fontes renováveis emergentes, a energia eólica representa 14,1%, a solar 9,3% e a biomassa 7,2% do total. Entre as fontes não renováveis, destacam-se o gás natural, com 6,3%, o carvão em torno de 1,3% e o óleo diesel com 0,6%. Além do mais, a energia nuclear representa 2,1% e outras fontes renováveis e não renováveis juntas somam pouco mais de 2% (EPE, 2025).

As mudanças em termos da utilização de novas fontes estão diretamente relacionadas ao debate global sobre sustentabilidade e a transição energética. Para Sachs (2002) o desenvolvimento sustentável exige uma mudança estrutural no sistema de produção e consumo de energia, de modo a reduzir a emissão de gases de efeito estufa e preservar os recursos naturais.

Já Stern (2006) destaca que os custos econômicos de não agir frente às mudanças climáticas são muito superiores aos investimentos necessários para adotar fontes renováveis. Neste sentido, a sustentabilidade energética não é apenas uma necessidade ambiental, mas um imperativo econômico e social.

No Brasil, esse debate tem levado à adoção de diversas políticas públicas e mecanismos regulatórios que visam fomentar o uso de fontes renováveis, e englobam ações conjuntas entre o Governo Federal, estaduais e setor privado. O objetivo é promover estudos, mapear condições climáticas favoráveis, direcionar recursos

financeiros e estimular investimentos em novos empreendimentos (MME, 2023). Além disso, os leilões de energia promovidos pela ANEEL têm se constituído um importante instrumento para atrair os investimentos privados e garantir os contratos de longo prazo com base em fontes limpas.

A distribuição regional da produção de energias renováveis revela que no Nordeste, tem crescido o uso de energia eólica e solar fotovoltaica, devida a alta incidência solar e os ventos constantes e intensos. O Centro-Oeste e o Sudeste concentram a produção de energia a partir da biomassa, especialmente pelo uso do bagaço da cana-de-açúcar em usinas termoelétricas, aproveitando a força do setor agroindustrial nessas regiões. Na região Sul a matriz se baseia no uso de hidrelétrica, mas vem crescendo o uso de outras fontes como a eólica, solar e biomassa. Já o Norte depende majoritariamente da energia hídrica, com destaque para os projetos instalados na bacia amazônica (ANEEL, 2023).

O Brasil apresenta posição de destaque a nível global, uma vez, que quase 48% da sua matriz energética é composta por fontes renováveis, à média global se situa em 14%. Ao observar apenas a matriz elétrica, esse número ultrapassa os 80%, colocando o país em posição de destaque mundial. Existem muitas oportunidades estratégicas para ampliar o uso de energias renováveis em todas as macrorregiões brasileiras, explorando suas vantagens comparativas, reduzindo desigualdades regionais e contribuindo para os compromissos internacionais de descarbonização da economia (MME, 2023).

Apesar dos avanços registrados, ainda existem assimetrias regionais significativas. Essas diferenças são influenciadas por fatores como disponibilidade de recursos naturais, acesso a infraestrutura de transmissão, incentivos fiscais e políticas estaduais de fomento. Por isso, o papel das políticas públicas regionais é crucial para garantir que todas as regiões brasileiras possam desenvolver seus potenciais energéticos de forma equilibrada e sustentável (MME, 2023; ANEE, 2023).

Sendo assim, é necessário o desenvolvimento regional associado à expansão das energias renováveis para reduzir a emissão de gases poluentes, e também promover a inclusão social e a geração de renda. A instalação de parques solares e eólicos, por exemplo, tem gerado empregos e movimentado a economia local em municípios do semiárido nordestino. A literatura sobre economia do meio ambiente enfatiza que essa sinergia entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade

ambiental é essencial para enfrentar os desafios do século XXI (Sachs, 2002; IPEA, 2021).

O país tem um dos maiores potenciais de fontes renováveis do mundo e a utilização desses recursos contribui para o desenvolvimento econômico com menor impacto ambiental (Moreira, 2021). As políticas públicas e a regulamentação do setor elétrico são fundamentais para atrair investimentos privados e garantir o crescimento sustentável. Outro ponto importante é o papel das empresas nesse processo, pois as decisões sobre produzir energia, instalar uma usina solar ou eólica, são baseadas em análises econômicas, que inclui, entre outros fatores, a análise dos custos envolvidos, dos lucros esperados e dos riscos do mercado.

## **2.2 Energia eólica: definição e origem**

A energia eólica é a produção de eletricidade por meio da força dos ventos, que se baseia na utilização de um recurso natural inesgotável. A estrutura para o adequado funcionamento consiste em uma torre, o rotor e as pás. A força do vento faz as pás girarem e estas movimentam o rotor. Ainda compõem a estrutura um gerador que é responsável por converter a energia cinética em eletricidade (ABEEÓLICA, 2025; EPE, 2023). A eletricidade é conduzida para os transformadores e a energia gerada fica armazenada no parque eólico, até que vai para a rede de distribuição e na sequência para os consumidores (ANEEL, 2024).

A utilização dos ventos como fonte de energia tem sido aproveitada pelos homens a muito tempo na história da humanidade na terra. Porém, não existe entre os pesquisadores e historiadores uma precisão temporal que permita identificar o momento exato em que seu uso se estabeleceu. Especulações sugerem que os povos antigos no Egito, na Babilônia e na China, há milhares de anos a.C, utilizavam a força dos ventos com a finalidade de bombear água e moer grãos (Silva; Vieira, 2016).

Segundo Fadigas (2011) os moinhos de ventos se tornaram um dos símbolos do poder político e econômico na Idade Média, que se traduzia em uma espécie de domínio dos senhores feudais sobre os camponeses, uma vez que em grande parte dos feudos a maioria das leis impedia ou dificultava que os camponeses construíssem seus próprios moinhos de vento, o que os obrigava a usar os moinhos dos senhores feudais para a moagem de grãos.

Durante o século XII os moinhos de vento foram amplamente utilizados na Europa, ocorrendo uma significativa melhoria na estrutura física, com a mudança para movimentos com eixo de rotação horizontal. Informações por meio de documentos indicam que as primeiras estruturas com estas características surgiram no ano de 1180, em Duchy, uma região da França. Posteriormente, passaram a ser utilizados na Holanda e ganharam espaço em outros países da Europa, tais como a Inglaterra (Fadigas, 2011).

As estruturas modernas pautadas em novas tecnologia utilizadas na atualidade para a geração de energia elétrica surgiram no século XIX. Neste período surgiram as primeiras turbinas eólicas para produção em pequena escala, as quais possuíam pás feitas de tecido (GWEC, 2024). Ainda no mesmo século, o engenheiro norte-americano Charles Bush instalou uma turbina de grande porte para produção de energia em sua residência (EPE, 2023).

A energia eólica é menos poluentes se comparada aos combustíveis fósseis (ABEEÓLICA, 2025). Como os custos associados a instalação e manutenção dos parques eólicos têm se reduzido ao longo dos últimos anos, o setor tem se tornado cada vez mais competitivo (GWEC, 2024). A energia eólica pode ser obtida tanto por aerogeradores de grande porte quanto por pequenas turbinas instaladas em territórios rurais ou urbanos (EPE, 2023).

A energia eólica pode ser classificada em dois grandes tipos: onshore (em terra) e offshore (no mar) (Figura 1). Em ambos os casos é utilizada a força dos ventos para gerar eletricidade, porém existem importantes diferenças no que se refere aos custos, a infraestrutura, aos impactos ambientais e ao potencial de geração de energia (GWEC, 2024).

A energia eólica onshore é gerada a partir de turbinas instaladas em áreas terrestres, em regiões com ventos constantes e intensos, como planícies, áreas costeiras ou serras. Entre suas principais características, destacam-se o menor custo de instalação e operação, já que o acesso ao local é mais fácil e não há necessidade de estruturas marítimas complexas. Além disso, sua logística é mais simples e os parques eólicos podem ser conectados diretamente à rede elétrica terrestre.

As usinas ocupam o solo e geram impactos visuais e sonoros, porém a tecnologia vem se consolidando no Brasil. A região Nordeste concentra a maior parte da geração eólica nacional, com destaque para os estados da Bahia, Rio Grande do Norte e Piauí. Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica, em 2023 mais

de 99% da capacidade instalada de energia eólica no país era proveniente de projetos onshore, impulsionados pelas condições favoráveis de vento e pelos incentivos regulatórios (ANEEL, 2024).

Figura 1 - Representação das modalidades de energia eólica onshore e offshore



Fonte: ABEEÓLICA (2025)

Já a energia eólica offshore conta com a instalação de estruturas no mar a alguns quilômetros da costa, onde os ventos são mais fortes e constantes. Neste caso, a geração de energia é maior, mais estável e previsível. No entanto, os custos de instalação e manutenção são significativamente maiores, devido à necessidade de fundações marítimas, cabos submarinos e exige infraestrutura logística mais complexa. Além dos mais, apresenta menor impacto visual, já que as turbinas ficam afastadas da costa, e não compete diretamente com o uso do solo (GWEC, 2024).

No Brasil, o setor offshore está em fase inicial de regulamentação e desenvolvimento. Diversos projetos estão em análise, principalmente nos litorais do Ceará, Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro, regiões com excelente potencial para exploração desse tipo de energia. O Ministério de Minas e Energia tem trabalhado na criação de marcos regulatórios que estimulem a entrada de investimentos privados e assegurem a viabilidade econômica dos projetos offshore (MME, 2024).

O território nacional apresenta condições extremamente favoráveis para a produção de eletricidade a partir do movimento do ar, tanto em instalações localizadas

em terra firme quanto em estruturas posicionadas sobre o oceano. A dimensão continental do país e sua ampla faixa costeira contribuem para esse cenário. De acordo com informações divulgadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a participação dessa fonte renovável já alcança 8,6% da oferta elétrica do país, sendo superada apenas pela geração proveniente de usinas hidráulicas e de resíduos orgânicos (EPE, 2023).

Aspectos naturais os padrões climáticos, que proporcionam correntes de ar fortes e constantes, fazem com que as áreas mais promissoras para esse tipo de produção estejam localizadas principalmente no Nordeste e no litoral brasileiro.

### **2.3 Características de funcionamento da energia eólica**

A estrutura das usinas de energia eólica é composta por um conjunto de partes que permitem o seu adequado funcionamento. Primeiramente, são realizados estudos que medem a força dos ventos e sua constância, para que os aerogeradores possam ser instalados e direcionados corretamente.

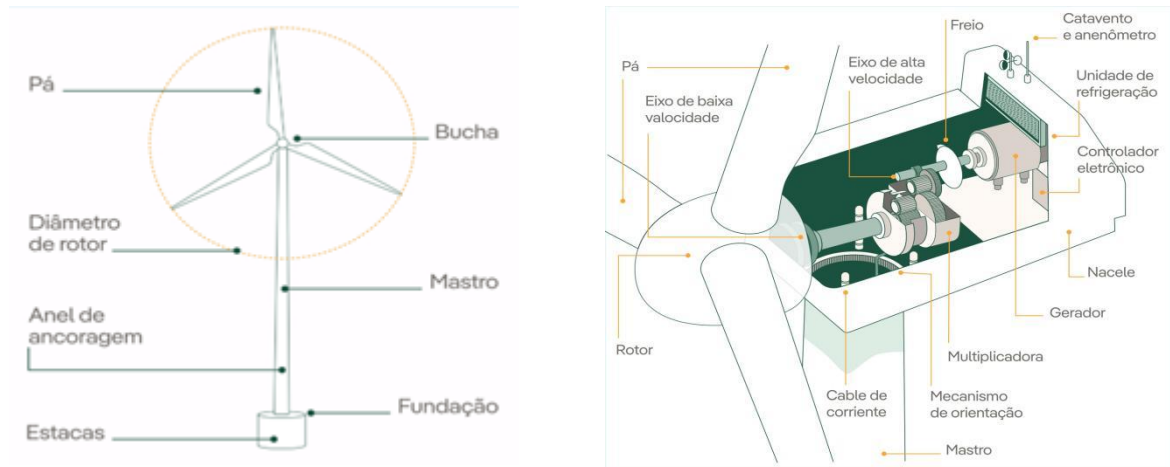
Outras partes que compõem as torres de energia eólica podem ser melhor compreendidas e visualizadas por meio da Figura 2. Segundo a Empresa de Pesquisa Energia (EPE, 2023) as forças das correntes de ar colocam em funcionamento as principais partes do aerogerador:

- O rotor possui três pás, sua função é captar a força do vento e convertê-la em energia mecânica de rotação;
- A caixa multiplicadora é interligada ao motor por um eixo, sua função é elevar a velocidade de rotação;
- O gerador converte a energia mecânica de rotação em energia elétrica.

As máquinas utilizadas como geradores em turbinas eólicas são os geradores assíncronos e síncronos. Nas operações de grande porte, não se utilizam as máquinas de corrente contínua dado os elevados custos e a manutenção (PINTO, 2019). Os aerogeradores são interligados entre si e levam a energia elétrica até uma subestação de transformação, posteriormente ocorre a transferências para os consumidores finais, por meio das redes de distribuição das companhias elétricas (ANEEL, 2024).

Um aspecto técnico para aproveitar o potencial de geração da energia é construir geradores entre 80 e 120 metros de altura. Para tanto, os parques eólicos, que contém uma elevada quantidade de aerogeradores precisam estar localizados onde os ventos sejam predominantes (IRENA, 2024).

Figura 2 - Gerador por completo e estrutura interna do gerador



Fonte: ABEEÓLICA (2025).

As imagens da Figura 2 ilustram o funcionamento e a estrutura de um aerogerador, destacando seus principais componentes externos e internos. O movimento do vento faz as pás girarem, transferindo energia mecânica para o eixo e, posteriormente, para o gerador, que a converte em energia elétrica. A nacela abriga os mecanismos de controle, multiplicação e conversão, assegurando o bom desempenho e a eficiência do sistema. Essas imagens demonstram o processo integrado de transformação da energia eólica em eletricidade de forma limpa e renovável.

#### 2.4 Aspectos microeconômicos e decisões empresarias

A teoria da firma procura explicar como uma empresa toma decisões de produção com base na minimização dos custos e como eles variam com o volume produzido. As decisões das empresas acerca da produção são examinadas em três etapas que alicerçam a teoria da produção, sendo elas: a tecnologia de produção, as restrições de custo e a escolha de insumos (Pindyck; Rubinfeld, 2014). Na ótica da

economia de empresas, a produção de energia envolve decisões estratégicas baseadas em análises de custos, lucros e estruturas de mercado (Baye, 2010).

A análise da função de produção é essencial, pois permite observar o comportamento da produção diante da variação dos fatores utilizados. A função de produção de curto prazo, com um fator fixo e outro variável, ajuda a entender como as empresas lidam com limitações estruturais iniciais. Já no longo prazo, quando todos os fatores de produção são variáveis, é possível avaliar os efeitos dos retornos de escala sobre a eficiência produtiva (Varian, 2015). A função de produção pode ser representada conforme a equação 1:

$$Q = f(X_1; X_2; X_3; \dots X_n) \quad (1)$$

Em que: Q indica a quantidade produzida do bem e Xs representam os fatores de produção.

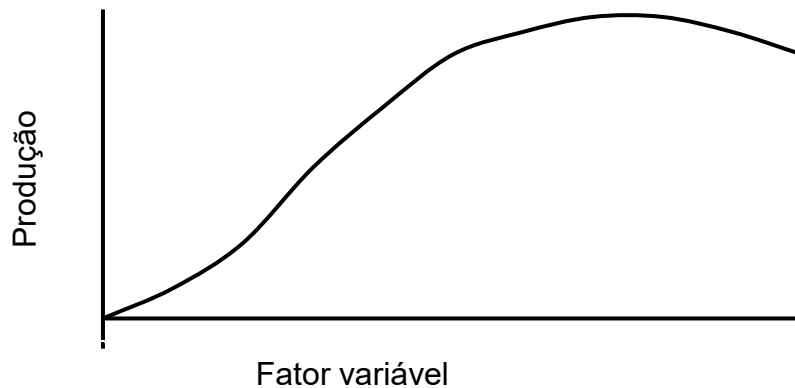
Para aumentar o número de unidades produzidas (Q) o empresário precisa ampliar a quantidade de fatores (Xs) na empresa, que podem ser fixos ou variáveis. Normalmente, instalações físicas e tecnologia tendem a ser constantes ao longo do tempo, pois demoram para serem alteradas. Por outro lado, matéria-prima, número de trabalhadores, horas trabalhadas, energia elétrica, entre outros, aumentam de acordo com mais unidades produzidas.

No curto prazo a empresa possui fatores fixos e variáveis, sendo assim, os aumentos de produção só ocorrem devido a inserção de mais fatores variáveis. Se a produção depender exclusivamente do trabalho, por exemplo, o empresário precisa contratar mais pessoas para obter maiores quantidades produzidas. Neste caso, a função de produção poderia ser representada pela equação 2:

$$Q = f(X) \quad (2)$$

Neste caso, X representa o fator variável, já os outros fatores estão fixos e não precisam ser mostrados na equação 2. Graficamente, esta relação pode ser representada pela Figura 3.

Figura 3 - Função de produção de curto prazo considerando um fator fixo e um fator variável



Fonte: elaboração própria.

A função de produção exibida na Figura 3 mostra que a quantidade produzida aumenta no início, mais que proporcionalmente, a expansão do fator variável. Posteriormente, os ganhos diminuem até que não compensa mais ampliar a utilização deste fator, pois a produção se torna decrescente. Isso ocorre porque o fator de produção vai se tornando menos eficiente. Neste caso, os empresários precisam alterar os fatores que estavam fixos (instalações, máquinas, tecnologia, entre outros) para voltar a ter ganhos de produtividade.

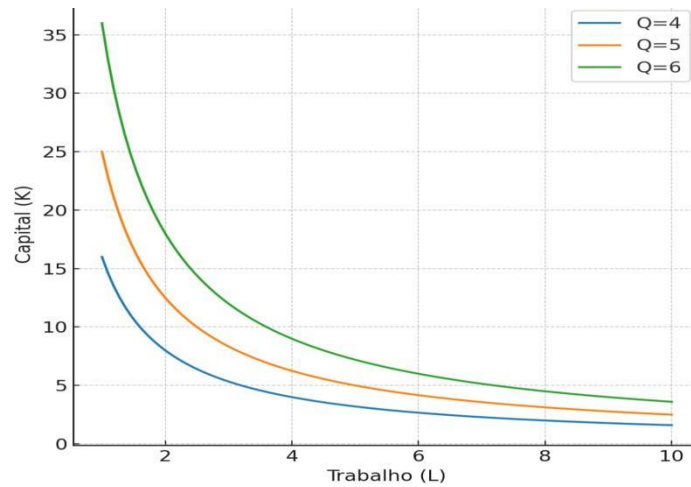
No longo prazo, todos os fatores de produção são variáveis, permitindo que a empresa ajuste simultaneamente a quantidade de trabalho, capital e tecnologia. A função de produção de longo prazo pode ser representada através da equação 3 como:

$$Q = f(L,K) \quad (3)$$

Sendo que: L representa o fator trabalho e K o fator capital.

O nível de produção no longo prazo é analisado por meio das curvas isoquantas que mostram as combinações possíveis de trabalho (L) e capital (K), com ambos os fatores variáveis (Figura 4). Estas curvas permitem analisar substituições entre fatores, eficiência técnica e retorno de escala e possuem algumas propriedades: i) Quanto mais distante da origem, maior é a quantidade produzida; ii) a inclinação da curva indica a taxa marginal de substituição técnica entre os fatores; iii) são negativamente inclinadas, pois o aumento de um fator, exige a redução do outro.

Figura 4 – Curvas de isoquantas



Fonte: elaboração própria.

Os custos de produção também compõem um aspecto importante para os empresários, pois segundo Pindyck e Rubinfeld (2014), representam os recursos para que as empresas possam produzir. A análise econômica divide os custos entre fixos (CF) e variáveis (CV). Os primeiros são independentes do nível de produção, ou seja, ocorrem mesmo que não seja produzida nenhuma unidade. Já os custos variáveis crescem com o aumento da produção e incluem despesas com manutenção, operação, mão de obra, componentes técnicos e eventual uso de insumos complementares. Para melhor compreensão, pode-se apresentar um gráfico de custos mostrando como os custos relaciona com a produção (Figura 5).

Figura 5 – Curvas de custos

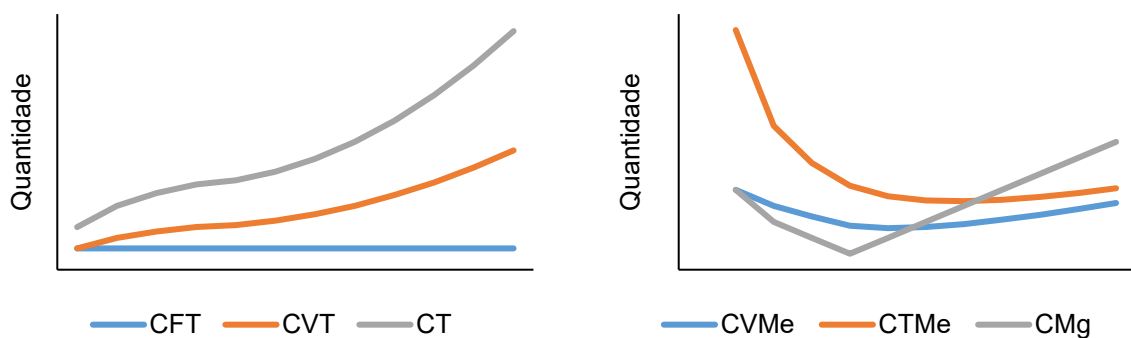


Figura 5A

Figura 5B

Fonte: elaboração própria.

Uma forma de visualizar e analisar as relações de custos da empresa pode ser por meio do Custo Médio Total (CMe), do Custo Variável Médio (CVMe) e do Custo Marginal (CMg) evidenciadas na Figura 5-B, pois se constituem ferramentas fundamentais na definição do volume ótimo de produção. De acordo com a teoria neoclássica, as empresas maximizam seus lucros produzindo até o ponto em que o custo marginal se iguala ao preço de mercado.

Stiglitz (1988) destaca que, em setores intensivos em capital e com retornos de longo prazo, como o energético, a correta projeção e alocação dos custos ao longo do tempo é decisiva para a sustentabilidade dos empreendimentos. A precificação inadequada ou a subestimação de custos operacionais pode comprometer toda a viabilidade financeira do projeto.

Além disso, há que se considerar os custos irrecuperáveis, que são valores já despendidos e que não podem ser recuperados, como licenças ambientais, estudos de impacto e investimentos iniciais em pesquisa. Segundo Katz e Rosen (1998), esses custos afetam o comportamento estratégico das firmas, principalmente no que diz respeito à saída do mercado e às barreiras à entrada.

## **2.5 Características econômicas do setor de energia**

No âmbito microeconômico também são discutidas e analisadas as estruturas de mercado, pois informam sobre as condições que os empresários tem de decidir sobre os preços e a produção, com impacto sobre a receita total, os custos totais e o lucro. As quatro principais estruturas são: mercado competitivo, oligopólio, concorrência monopolística e monopólio.

No mercado competitivo as empresas pressupõem que o preço de mercado independe de seu nível de produção. Dessa forma, cada empresa se preocupa somente com a quantidade de bens que deseja produzir e independentemente da quantidade produzida, a empresa só poderá vender com o preço vigente do mercado (Varian, 2006).

No mercado oligopolista, os produtos podem ou não serem diferenciados, apenas algumas empresas são responsáveis pela maior parte ou por toda produção. Neste mercado algumas ou todas as empresas obtêm lucros significativos a longo prazo, já que existem barreiras que dificultam ou impossibilitam a entrada de novas empresas no mercado. Administrar uma empresa oligopolista é complexo pois as

decisões envolvem interações estratégicas. Como existem poucas empresas concorrentes, cada uma deve considerar como suas ações afetam as empresas rivais, e as possíveis reações (Besanko; Braeutigan, 2004).

A concorrência monopolística contém elementos do mercado competitivo e do monopólio, ficando em situação intermediária entre as duas formas de organização de mercado. Cada empresa produz um produto diferenciado, mas com substitutos próximos. As firmas podem agir como monopolistas, mas o preço de seus concorrentes limita tal poder. As firmas tentam manter ou aumentar sua porção de mercado através de uma dose de publicidade (Pindyck; Rubinfeld, 2002).

No monopólio o vendedor controla a quantidade de produto colocada à venda e decide pelo preço cobrado. Neste caso, os consumidores podem abrir mão de comprar um bem ou serviço por não poder pagar, se constituindo um mercado ineficiente. Os monopólios são muito comuns em setores de infraestrutura, energia transportes, entre outros. O setor público por meio de suas agências reguladoras procura minimizar os impactos aos cidadãos, criando regras para aumento de preços e fiscalizando a oferta de serviços (Sampaio, 2023).

No que se refere ao setor de energia, no curto prazo, as empresas lidam com custos fixos elevados, pois há grande desembolso com a instalação de painéis solares, turbinas eólicas, estruturas de armazenamento e infraestrutura, enquanto no longo prazo buscam ganhos de escala e redução de custos médios unitários (Carvalho, 2015).

O setor elétrico, por sua natureza regulada e de alto custo fixo, tende a se organizar sob a forma de oligopólios, pois apresenta regulação por órgãos governamentais que visam garantir eficiência produtiva e justiça distributiva. Além do mais, exige grandes volumes de investimentos, o que inibe a entrada de pequenas empresas no mercado. Esta característica tende a se refletir na formação dos preços, nos investimentos em inovação e na diferenciação tecnológica (Mankiw, 2021).

As empresas do setor energético enfrentam desafios adicionais relacionados à regulação, à estabilidade institucional e às oscilações macroeconômicas. A tomada de decisão estratégica em ambientes regulados exige uma gestão eficaz dos riscos, análise de viabilidade econômica e acompanhamento constante das mudanças políticas e tecnológicas. O impacto de taxas de juros, inflação, câmbio e políticas de incentivos pode alterar significativamente o retorno esperado dos projetos de investimento (McGuigan; Moyer; Harris, 2016).

Essas características tornam a análise econômica da produção essencial para compreender os desafios e as oportunidades do setor de energias renováveis no Brasil. Os custos de implantação, a estrutura de incentivos governamentais e os potenciais regionais, como o sol abundante no Nordeste ou os ventos fortes do Sul, moldam as estratégias de produção e a alocação de recursos por parte dos agentes econômicos. A atuação por meio de políticas públicas eficazes, investimentos privados e inovação tecnológica será o diferencial para consolidar uma matriz energética mais sustentável e competitiva em nível nacional e internacional (Souza, 2022).

Nesse contexto, a análise da produção, dos custos e mercados torna-se fundamental, diante das incertezas econômicas do futuro, e dos altos investimentos em instalações, aquisição de terrenos e máquinas. A operação, por sua vez, exige gastos referentes a operação e a manutenção. A compreensão destes fatores em conjuntos permite com que as empresas possam determinarem adequadamente o seu ponto de equilíbrio, a margem de contribuição e os preços de vendas, para garantir a sustentabilidade econômica dos empreendimentos (Sampaio, 2023).

Outro ponto importante é o mercado de fatores de produção como a terra, o capital e a tecnologia, pois desempenham um papel crucial para o setor. A escassez de determinados insumos ou a variação de preços pode afetar diretamente a viabilidade econômica de projetos energéticos. Por isso, empresas atuantes nesse setor realizam análises profundas sobre os rendimentos marginais e as condições do mercado local antes de efetuar novos investimentos. A localização geográfica, por exemplo, influencia a eficiência na produção solar e eólica, tornando a análise regional essencial para decisões de investimento (Besanko; Braeutigan, 2004).

A disponibilidade de recursos naturais tem possibilitado aos Brasil atender sua demanda energética, alicerçada em uma base energética hídrica, e recentemente ao aproveitamento dos segmentos solar e eólico. O país desfruta de uma das matrizes de geração mais limpas e competitivas em termos de custos do planeta. Além disso, os recursos eólicos offshore do Brasil estão entre os melhores do mundo, com um potencial técnico de mais de 1.200 gigawatts (GW) (Banco Mundial, 2024).

Os investimentos neste setor no Brasil somaram aproximadamente US\$ 42 bilhões entre 2015 e 2024, sendo que somente no ano de 2022, os montantes

chegaram a US\$ 7,05 bilhões. Em comparação com outras nações o país é um dos que mais investe em energia eólica no mundo, ocupando o quinto lugar no ranking em capacidade instalada onshore. No ano de 2024, os novos aportes se situaram em US\$ 1,8 bilhões, o que representou 8% dos investimentos realizados em energia renováveis (ABBEÓLICA, 2024).

### 3 METODOLOGIA

Este estudo é realizado para as macrorregiões do Brasil, situado na América do Sul, o país possui 8,5 milhões de quilômetros quadrados e aproximadamente 212 milhões de habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025). A divisão territorial é composta por cinco regiões, 26 estados, o Distrito Federal e 5570 municípios. O Quadro 1 mostra as principais características de cada região e fatores que podem influenciar diretamente o setor de energias renováveis, sobretudo a eólica.

Quadro 1 - Características das macrorregiões do Brasil

Nordeste	Alta incidência solar, economia voltada para serviços e agricultura, renda per capita média, desafios sociais significativos;
Sul	Ventos fortes, setor industrial diversificado, elevado desenvolvimento agrícola e tecnológico, renda média-alta;
Sudeste	Maior concentração industrial, comércio e serviços, alta renda per capita, grande densidade populacional;
Centro-Oeste	Forte agricultura e pecuária, expansão industrial em polos estratégicos, renda variável;
Norte	Abundância de recursos naturais, economia baseada em extrativismo e serviços, baixa densidade populacional.

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 1 ilustra algumas características geográficas, econômicas e sociais de cada macrorregião que podem influenciar a produção energética no país. A concentração industrial e populacional do Sudeste e Centro-Oeste demanda soluções como a biomassa, aproveitando a força do agronegócio, ao passo que o Nordeste e o Sul utilizam seus atributos climáticos (sol e vento) como base para a expansão de energias renováveis. Essa diversidade regional reforça a necessidade de estratégias energéticas flexíveis sobre o potencial único de cada região.

#### 3.1 Caracterização da pesquisa e delimitação temporal

A presente pesquisa apresenta caráter exploratório e descritivo, visando identificar e analisar os principais os fatores e fenômenos que contribuem para o

desenvolvimento do setor de energia eólica no contexto nacional e em suas cinco macrorregiões.

Estudos exploratórios têm como objetivo investigar problemas ainda pouco conhecidos ou compreendidos, proporcionando maior familiaridade com a realidade estudada (Gil, 2019). Já as pesquisas descritivas buscam detalhar as características de determinado fenômeno, analisando suas variáveis e relações sem manipulação experimental, permitindo gerar informações detalhadas sobre padrões de produção, custos e fatores regionais (Cervo; Bervian, 2015).

O período de análise corresponde aos anos de 2004, 2014 e 2024, pois representa um momento marcante para o desenvolvimento de energia eólica, dada as emergências ambientais que ampliaram os debates nacionais e internacionais, envolvendo agentes dos setores públicos e privado, em busca de soluções que possam compatibilizar os objetivos de crescimento econômico, sustentabilidade energética e proteção ambiental.

No ano de 2004 contribuiu para o desenvolvimento do setor a aprovação da Lei 10.848/2004 que alterou a forma de comercialização de energia elétrica no Brasil. A lei estabeleceu que a comercialização de energia elétrica entre os concessionários, os permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores, no Sistema Interligado Nacional (SIN) se dará por meio de livre contratação.

Outras importantes iniciativas ocorridas no mesmo ano foram o relançamento do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) por meio do Decreto 5.025/2004, o início das contratações governamentais de energia renovável por meio de leilões a fim de aumentar a concorrência entre os participantes do setor elétrico, com consequente redução das tarifas aos consumidores e o incentivos públicos para estimular o setor (redução de tributos, financiamentos de longo prazo, etc.) (Gouvêa; Silva, 2018).

### **3.2 Variáveis do estudo e base de dados**

As variáveis correspondem a geração de energia eólica mensuradas em valor absoluto com base nas seguintes unidades de medidas: Gigawatt-hora (GWh) para a produção e Megawatts (MW) para destacar a capacidade instalada.

Para comparar os dados ao longo do tempo e entre as regiões serão utilizadas as informações em termos de participação no total, procurando destacar as evoluções ocorridas no período estudado.

Os dados utilizados no presente estudo são provenientes das seguintes bases: Ministério de Minas e Energia (MME), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Associação Brasileira de Energia Eólica (ABBEÓLICA).

Os resultados serão apresentados por meio de tabelas, figuras, gráficos ou mapas com o intuito de facilitar o entendimento sobre a evolução da produção de energia eólica nas regiões brasileiras, bem como realizar comparações que permitam destacar quais as diferenças e as semelhanças com base nos potenciais locais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Brasil possui uma matriz elétrica diversificada, com forte presença de fontes hidrelétricas, além do crescimento recente de fontes renováveis como eólica e solar. De acordo com dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2025), a geração de energia elétrica apresenta grandes diferenças entre as regiões, refletindo o potencial hídrico, climático e os investimentos em energias renováveis. A Tabela 1 mostra a evolução da geração de energia elétrica nos anos de 2004, 2014 e 2024, destacando tendências de crescimento, variações sazonais e o papel de cada região no sistema elétrico nacional.

Tabela 1 - Geração de energia elétrica no Brasil e por macrorregião – 2004, 2014 e 2024 em gigawatts-hora (GWh)

<b>Região</b>	<b>2004</b>	<b>2014</b>	<b>2024</b>
Centro-Oeste	43.722 (11,28%)	69.847 (11,71%)	80.811 (10,75%)
Nordeste	51.938 (13,40%)	96.555 (16,19%)	181.766 (24,19%)
Norte	45.375 (11,70%)	80.760 (13,54%)	116.800 (15,54%)
Sudeste	135.199 (34,89%)	186.797 (31,32%)	206.611 (27,49%)
Sul	111.259 (28,71%)	162.327 (27,22%)	165.347 (22,00%)
<b>Brasil</b>	<b>387.492</b>	<b>596.286</b>	<b>751.335</b>

Fonte: elaboração própria.

Os dados da Tabela 1 mostram que a geração total de energia elétrica no Brasil passou de 387 mil GWh em 2004 para 596 mil GWh em 2014, o que representou um crescimento de 53,88%. Já em 2024 a geração de energia chegou a 751 mil GWh, o que representou um aumento de 26,00% em relação ao quantitativo de 2014.

As informações regionais realçam as mudanças ocorridas no âmbito das macrorregiões na geração total e na participação nos anos estudados. No Centro-Oeste a geração passou de 43 mil GWh para 69 mil GWh, registrando alta expressiva de 60,43%, porém a participação se manteve praticamente estável em 11,00%.

Posteriormente, foi registrado um crescimento de 15,94% entre 2014 e 2024, e a participação passou para 10,75%.

Os números mostram que o Nordeste é a região que vem mais se destacando, pois a produção era de 51 mil GWh em 2004 e passou para 95 mil GWh no ano de 2014, ou seja, um crescimento de 86,27%, impulsionado pelo avanço da energia eólica e solar. Entre 2014 e 2024, a expansão foi 88,54%, e a produção de energia chegou a 181 mil GWh na região. A participação da região no total cresceu significativamente, saindo de 13,40% para 24,19%.

No Norte brasileiro a geração de energia subiu de 45 mil GWh em 2004 para 80 mil GWh em 2014, o que representou um crescimento de 77,77%. Nos dez anos seguintes o aumento foi de 45,00%, e geração de energia alcançou 116 mil GWh.

O Sudeste manteve papel central na geração de energia elétrica, pois apresenta a maior participação no período analisado. No ano de 2004 produziu 135 mil GWh e em 2014 chegou a 186 mil GWh, com crescimento de 37,77%, no ano de 2024 a produção chegou a 206 mil GWh, representando uma ampliação de 10,75% em comparação a 2014. Por fim, na região Sul nota-se uma redução em termos de participação, porém houve um crescimento quantitativo de energia gerada, passando de 111 mil GWh em 2004 para 162 mil GWh em 2014, e aumento de 1,85% entre 2014 e 2024.

O consumo de energia elétrica no âmbito residencial cresceu em todas as regiões brasileiras conforme pode ser verificada na Tabela 2. No Nordeste foram consumidos 12 mil GWh no ano de 2004, e em 2014 mais que dobrou, até chegar a 38 mil GWh em 2024. O Sudeste a região mais populosa do país, o consumo nas residências foi de 42 mil GWh em 2004, já em 2014 o crescimento foi de 57%, se situando em 66 mil GWh, no ano de 2024 o consumo ultrapassou os 82 mil GWh.

Na região Sul o consumo nas residências se situou em pouco mais de 13 mil GWh em 2004, já no ano de 2014 foi registrado 21 mil GWh, o que indica um aumento de quase 60,00%. No ano de 2024, o consumo ultrapassou os 30 mil GWh.

No Norte e no Centro-Oeste brasileiro o consumo entre 2004 e 2014 praticamente dobrou, sendo que no primeiro caso o quantitativo passou de 4 mil GWh para 8,4 mil GWh, e no segundo a demanda residencial passou de 5,9 mil GWh para 10,6 mil GWh. No que tange a década de 2014 a 2024, a expansão do consumo no Norte foi de 73,80% e no Centro-Oeste foi de 65,10%, em termos absoluto 14 mil GWh e 17,5 mil respectivamente.

Tabela 2 – Consumo residencial de energia elétrica em 2004, 2014 e 2024 - GWh

<b>Região</b>	<b>2004</b>	<b>2014</b>	<b>2024</b>
Norte	4.054 (5,20%)	8.474 (6,40%)	14.688 (8,00%)
Nordeste	12.417 (15,80%)	25.546 (19,30%)	38.162 (20,80%)
Sudeste	42.990 (54,70%)	66.259 (50,10%)	82.259 (44,90%)
Sul	13.215 (16,80%)	21.330 (16,10%)	30.637 (16,70%)
Centro-Oeste	5.901 (7,50%)	10.692 (8,10%)	17.523 (9,60%)
<b>Brasil</b>	<b>78.577</b>	<b>132.302</b>	<b>183.269</b>

Fonte: elaboração própria.

Em termos de participação a região Sudeste ainda se mantém em primeiro lugar com 44,90% no ano de 2024, seguido do Nordeste e do Sul. As regiões Norte e Centro-Oeste apresentam leves percentuais de crescimento na participação. Já no Nordeste o crescimento foi mais significativo, saído de 15,00% em 2004 para pouco mais de 20,00% em 2024. O aumento do consumo de energia reforça a necessidade de se manter a produção, utilizando todas as fontes possíveis, inclusive a eólica.

#### 4.1 Geração de energia eólica no Brasil

Antes de analisar os dados sobre a evolução da geração eólica no Brasil, é importante destacar o papel crescente dessa fonte renovável na matriz elétrica nacional. A energia eólica começou a ganhar relevância no país a partir dos anos 2000, impulsionada principalmente pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado em 2002 e posteriormente pelos leilões de energia realizados a partir de 2009.

O Quadro 2 visa apresentar algumas iniciativas por parte de instituições públicas e privadas que podem ter contribuído para o desenvolvimento do setor eólico no Brasil durante a última década de 1990 e as duas primeiras décadas do século XXI. No ano de 1992, por exemplo, foi instalada a 1ª usina voltada a produção de energia eólica em Fernando de Noronha (Pernambuco), que marcou o início da exploração comercial desta fonte de energia no país proveniente de uma parceria

entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE).

Dois anos depois, em 1994, foi construído o primeiro parque eólico do Brasil a ser conectado ao Sistema Interligado Nacional (SIN) no Rio Grande do Sul. Este fato se constituiu um aspecto importante, uma vez, que possibilita a distribuição de energia entre as regiões compensando a queda de produção de outras fontes por problemas climáticos, que o caso das hidrelétricas.

O primeiro atlas eólico do Brasil foi lançado em 2001, uma parceria entre o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) e o Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica (Cresesb), e procurou demonstrar o potencial do país, destacando as condições climáticas favoráveis a expansão e aos investimentos para esta forma de energia.

Em 2001 o país vivenciou uma crise energética, como solução para minimizar os problemas de curto prazo e evitar novas adversidades no longo prazo, foi criado o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA). O objetivo era contratar 1.050 MW de projetos de energia eólica em um período de dois anos, porém alguns desafios já eram colocados como o comportamento sazonal do regime de ventos. O Programa, no entanto, não obteve resultados práticos e foi substituído pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (ABBEÓLICA, 2025).

Uma das primeiras ações governamentais voltadas ao avanço das matrizes renováveis no país ocorreu com a promulgação da Lei nº 10.438, em abril de 2002, que instituiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). A partir dessa medida, a Eletrobras passou a ter autorização para adquirir a produção de parques eólicos, de forma direta ou por meio de empresas controladas, até o limite de 1.100 MW, criando condições favoráveis para a entrada de novos agentes e ampliação dos aportes no setor (Brasil, 2002).

Os dados da Tabela 3 reforçam a importância do PROINFA, pois no período de 2004 a 2006, surgiram 54 projetos, dos quais 36 se situaram na região Nordeste, 16 no Sul do Brasil e apenas 2 no Sudeste. Estas informações permitem visualizar que o programa contribuiu para aumentar a capacidade de geração de energia eólica, ao mesmo tempo concentrou a produção na região Nordeste do país.

Tabela 3 - Distribuição regional dos projetos eólicos na 1ª fase do Proinfa (2004–2006)

<b>Região</b>	<b>Capacidade de produção (MW)</b>	<b>Número de projetos</b>
Nordeste	805,58	36
Sul	454,29	16
Sudeste	163,05	2
Norte	0	0
Centro-Oeste	0	0
<b>Total</b>	<b>1.422,92</b>	<b>54</b>

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados Brasil (2009).

A distribuição desigual de projetos também impactou a capacidade instalada de produção. Na região Nordeste a capacidade de produção chegou a 805,58 MW (56,6%), enquanto o Sul e o Sudeste responderam por 454,29 MW (31,9%) e 163,05 MW (11,5%), respectivamente. Norte e Centro-Oeste não apresentam projetos nesse recorte.

Já no ano de 2009 outra iniciativa governamental via recursos do BNDES foi o Programa Fundo Clima que ofereceu créditos destinados a investimentos voltados a produção de energia renovável. As taxas de juros praticadas são abaixo das verificadas no mercado e permitem a construção de estruturas necessárias a produção de energia eólica, solar, entre outras.

No ano de 2007 o governo Federal lançou o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI) que concede um conjunto de benefícios fiscais, como a redução ou suspensão do PIS e COFINS sobre aquisições de bens, serviços e materiais usados em projetos de infraestrutura em diversas áreas, inclusive energia.

De 2007 em diante, também foi importante para o setor os diversos leilões que ocorreram no setor de energia, permitindo com a produção e a distribuição de energia eólica pudesse ser ampliada. Os leilões segundo a EPE (2025) são importantes instrumentos para aperfeiçoar e regulamentar o setor, fortalecendo a segurança jurídica e permitindo que novos investimentos ocorram em diversos estados brasileiros. Além do mais, permitem compras a preços mais justos, estimulam a entrada de novas empresas e fortalecem a matriz energética brasileira.

Outras medidas englobam ações regionais com incentivos fiscais como a redução parcial ou integral do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para a construção de Parques Eólicos. Outra situação, são os projetos em regiões da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam), em que o Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica (IRPJ) pode ser reduzido em até 75% durante 10 anos, a depender das características do projeto, como o potencial de produção, volume investido, número de empregos, necessidade regional, entre outras.

Quadro 2 - Iniciativas que contribuíram para o setor de energia eólica no Brasil

<b>Ano</b>	<b>Ações ou medidas públicas e privadas</b>
1992	1ª usina eólica instalada no Brasil - Fernando de Noronha (Pernambuco)
1994	O primeiro parque eólico do Brasil a ser conectado ao Sistema Interligado Nacional (SIN) - Parque Eólico de Osório, no Rio Grande do Sul.
1998	Projeto Taíba - primeira central eólica a atuar de forma independente no país.
1999	Projeto Prainha - lançado no município de Aquiraz - Ceará
<b>2001</b>	<b>Programa Emergencial de Energia Eólica (PROÉOLICA)</b>
2001	MP 2.147/2001: Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE)
2002	Fundação da Associação Brasileira de Energia Eólica - ABEEÓLICA
<b>2002</b>	<b>Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)</b>
<b>2007</b>	<b>Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI)</b>
<b>2009</b>	<b>Programa Fundo clima - BNDES</b>
<b>2007-2015</b>	<b>Ocorreram pelo menos 13 leilões - permitiram a contratação de energia eólica</b>
2015	Inaugurado parque eólico Geribatu – Rio Grande do Sul
2019	A geração eólica supera a geração à biomassa, e vira a 3ª fonte de geração
<b>2025</b>	<b>Lei 15097/2025: Marco Legal da Eólica Offshore</b>

Fonte: ABEEÓLICA (2025); Brasil (2007, 2009).

Recentemente foi aprovada a Lei 15.097/2025, sancionada em janeiro de 2025, que estabeleceu o marco legal para a exploração de energia eólica offshore (em alto-mar) no Brasil. A legislação regula o aproveitamento do potencial energético offshore, estabelece as regras para a cessão do direito de uso de bens da União, prevê o uso

de leilões para a contratação da energia eólica e trata de aspectos como licenciamento ambiental, participação governamental e descomissionamento.

Para reforçar a importância do BNDES como agente no fornecimento de recursos financeiros para o setor, a Tabela 4 mostra os montantes disponibilizados pelo banco para quatro projetos de usinas de energia eólica. As informações mostram os recursos destinados, as taxas de juros, os períodos de carência e os prazos de amortização.

O projeto Complexo Eólico Babilônia Centro, localizado no estado da Bahia, recebeu o maior aporte de recursos já financiado pelo BNDES para esse setor, com o volume financeiro chegando a quase R\$ 3,2 bilhões de reais, sendo R\$ 2,9 bilhões para a implantação e R\$ 271 milhões para a 2ª fase de operação. Outros dois projetos também localizados na Bahia foram o complexo Eólico Serra do Assuruá que recebeu aporte de R\$ 1,5 bilhões do BNDES e o Complexo Eólico Novo Horizonte, onde o valor contratado chegou a R\$ 110 milhões.

Tabela 4 – Financiamento de projetos para implantação de parques eólicos com participação do BNDES

<b>Descrição do projeto</b>	<b>Valor contratado</b>	<b>Juros (%)</b>	<b>Carência (meses)</b>	<b>Amortização (meses)</b>
Implantação do Complexo Eólico Babilônia Centro – 553,5 MW	R\$ 2,9 bilhões	1,65	24	234
Implantação do Complexo Eólico Serra do Assuruá – 846 MW	R\$ 1,5 bilhões	1,40	33	252
Complexo Eólico Babilônia Centro (2ª operação)	R\$ 271 milhões	1,65	24	225
Complexo Eólico Novo Horizonte – 337,5 MW	R\$ 110 milhões	2,04	21	263

Fonte: elaborado pelo autor com base nas informações do BNDES (2024).

No âmbito regional, ainda é possível observar dados que procuram elucidar como ocorreu a distribuição dos leilões de energia eólica nas macrorregiões Nordeste e Sul (Tabela 5). Nota-se com base nas informações compiladas que dos 754 projetos apresentados em leilões para contratação de energia eólica no mercado regulado, o Nordeste aprovou 665 projetos, que somam aproximadamente 17,3 mil MW de

potência instalada, correspondendo a cerca de 90,5% de toda a capacidade de origem eólica firmada no território nacional. No que se refere a energia contratada (MW médio), foram 7,3 mil proveniente da região, o que representou 91,1% do total. Na região Sul, foram 86 projetos, que juntos representaram uma potencia instalada de 1,8 mil MW e energia contratada de 706 MW médio.

Tabela 5 - Potência instalada e garantia física nos leilões realizados entre 2009 a 2019 nas regiões Nordeste e Sul

Variáveis	Região		Brasil
	Nordeste	Sul	
Potência (MW)	17.314,50	1.830,90	19.145,40
Energia Contratada (MW Médio)	7.300,60	706,30	8.006,90
Número de Projetos	665	86	754

Fonte: elaboração própria com dados da CCEE (2020).

A Tabela 5 apresenta os empreendimentos eólicos contratados no período de 2009 a 2019, e revela que a maior parte se concentrou no Nordeste, que respondeu aproximadamente 91% das iniciativas aprovadas. Dos estados da região, o Rio Grande do Norte foi responsável por cerca de 30% desse total. Por outro lado, a região Sul registrou uma participação bem menor, abrangendo 9,95% da potência nominal instalada, além de representar 8,8% da energia contratada (MW médio) e 11,40% do número de projetos.

Esses resultados reforçam que a predominância de projetos no Nordeste está diretamente relacionada às condições naturais favoráveis, especialmente quanto à regularidade e intensidade dos ventos. Tal contexto evidencia que a geração eólica, além de ampliar a diversidade das fontes utilizadas no sistema elétrico brasileiro, atua como vetor de dinamização econômica regional, impulsionada pela cadeia produtiva associada à instalação e operação desses empreendimentos.

Na sequência estão alguns dados do setor de energia eólica que mostram avanços significativos na geração de energia (Gigawatts), na capacidade instalada (Megawatts) e o número de usinas no país ao longo de duas décadas entre os anos de 2004 e 2024 (Tabela 6).

Tabela 6 – Dados do setor energia eólica no Brasil nos anos de 2004, 2014 e 2024

<b>Ano</b>	<b>2004</b>	<b>2014</b>	<b>2024</b>
Geração (GWh)	61	12.240	107.624
Capacidade Instalada (MW)	29	4.888	29.533
Número de usinas	9	238	1.103

Fonte: elaboração própria.

O setor evoluiu em um período de duas décadas, uma vez que a geração de energia eólica passou de 61 GWh em 2004 para 12 mil GWh em 2014 e ultrapassou 107 mil GWh em 2024, aumento de 176.000%. A capacidade instalada também apresentou evolução, pois registrou 29 MW em 2004, pouco mais de 4,8 mil em 2014 e chegou a quase 30 mil MW em 2024, crescendo quase 102.000%. No ano de 2004 haviam 9 usinas em todo o país, número que passou para 238 em 2014 e ultrapassou 1,1 mil em 2024, uma variação de pouco mais de 12.000% (Tabela 6).

A capacidade instalada apresentou um crescimento exponencial, refletindo políticas públicas de incentivo, leilões de energia e melhoria tecnológica. O número de usinas cresceu de 9 para mais de 1.100, resultado de uma expansão para diversos estados brasileiros, reforçando o dinamismo do setor. Esses resultados reforçam que o setor de energia eólica brasileiro vem se consolidando nas últimas duas décadas e se consolidando como uma fonte de energia viável no país. Com a aprovação da lei 15.097/2025, que estabeleceu as regras para a exploração de energia eólica offshore o setor tem capacidade de avançar ainda mais e aumentar sua participação na produção energética nacional (Tabela 6).

Na sequência a Tabela 7 revela como se distribui a produção de energia eólica pelas macrorregiões brasileiras. O Nordeste se destaca em todos os anos analisados, em 2004 era responsável por 60% da produção, passou para 80% em 2014 e ficando acima de 90% em 2024. As regiões Sul e Sudeste representavam juntas 30% da geração no ano de 2004, já em 2014 essa participação foi reduzida para 17% e em 2024 ficou abaixo de 10%. No que se refere a região Norte representava 5,00% da geração total de energia eólica no ano de 2004, em 2014 este percentual se reduziu para 2,00% e chegou em 1,70% no ano de 2024.

Em termos absoluto houve crescimento em todas as regiões, novamente com destaque para o Nordeste, que em duas décadas ampliou significativamente a

produção. No início do período de análise a geração era de 36,60 GWh, já em 2014 se situou em 9,7 mil GWh e passou de 99 mil GWh em 2024. As regiões Sul e Sudeste geravam juntas 18,30 GWh no ano de 2004. Porém, em 2014 o Sul ampliou sua produção se comparado com o Sudeste, uma vez que na primeira foi registrada geração de 1,2 mil GWh e na segunda 857 GWh. No ano de 2024, esta diferença se ampliou entre as duas regiões, o Sul produziu 6,4 mil GWh, enquanto o Sudeste pouco mais de 1 mil GWh.

O Norte e o Centro-Oeste produziam 3,05 GWh cada no ano de 2004. Posteriormente, o Norte produziu o dobro do Centro-Oeste, sendo 244 e 122 respectivamente. No que tange ao 2024, o Norte produziu pouco mais de 1,8 mil GWh, enquanto que no Centro-Oeste a geração chegou a 160 GWh.

Tabela 7 - Geração de energia eólica por macrorregião (GWh) – 2004, 2014 e 2024

<b>Região</b>	<b>2004</b>	<b>2014</b>	<b>2024</b>
Nordeste	36,60 (60,00%)	9.793 (80,00%)	99.281 (92,20%)
Sul	9,15 (15,00%)	1.224 (10,00%)	6.455 (6,00%)
Sudeste	9,15 (15,00%)	857 (7,00%)	1.076 (1,00%)
Norte	3,05 (5,00%)	244 (2,00%)	1.828 (1,70%)
Centro-Oeste	3,05 (5,00%)	122 (1,00%)	160 (0,15%)

Fonte: elaboração própria.

Os resultados observados na Tabela 7 refletem uma ampliação da produção de energia eólica em todas as regiões, porém algumas localidades se destacam na geração desta fonte de energia. A região Nordeste, em particular, vem se destacando como uma das principais produtora de energia eólica, sendo responsável por produzir aproximadamente 92% da geração total em 2024. Alguns fatores podem ser considerados relevantes para explicar os avanços observados como por exemplo as condições climáticas são favoráveis, uma vez que a região possui ventos constantes e intensos, especialmente nas áreas litorâneas.

Segundo o IBGE (2025) o Brasil possui uma extensão territorial de 8,5 milhões de quilômetros quadrados e uma faixa costeira de 7,4 mil quilômetros, demonstrando

disponibilidade para expansão de parques eólicos na terra ou no mar. Além do mais, o incentivo público por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil, 2009) permite que as empresas obtenham recursos financeiros com baixas taxas de juros, elevados prazos de amortização e de carência. Este programa foi criado para auxiliar a expansão do setor de energias renováveis via crédito e pode ajudar o setor de energia eólica.

Os cinco principais estados produtores de energia eólica nos períodos analisados podem ser verificados por meio da Tabela 8. Em 2014, a maior geração desta fonte de energia era do estado do Ceará, seguido do Rio Grande do Norte, Bahia, Rio Grande do Sul e Piauí, que juntos representavam 93,11% da produção total. Já no ano de 2024, a produção passa a ser liderada pela Bahia, aparecem na sequência o Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará e o Rio Grande do Sul. Em conjunto estas unidades foram responsáveis por 90,00% da geração total de energia eólica.

Tabela 8 – Os cinco principais estados produtores de energia eólica nos anos de 2014 e 2024 - GWh

<b>Estados</b>	<b>2004</b>	<b>2014</b>	<b>2024</b>
Bahia	-	1.881 (3º)	36.520 (1º)
Rio Grande do Norte	-	3.742 (2º)	31.190 (2º)
Piauí	-	279 (5º)	15.898 (3º)
Ceará	-	3.788 (1º)	7.288 (4º)
Rio Grande do Sul	-	1.707 (4º)	5.886 (5º)

Fonte: elaboração própria.

Nota: dados não disponíveis para 2004.

As informações da Tabela 8 reforçam o Nordeste como região de destaque na produção de energia eólica uma vez que quatro estados estão entre os maiores produtores. o Rio Grande do Sul é o único estado fora do Nordeste entre os principais produtores.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar a produção da energia eólica no Brasil, com ênfase na distribuição pelas macrorregiões, identificando os fatores que podem ter influenciado o desenvolvimento e a expansão dessa fonte de energia renovável no país. Para tanto, foram utilizados dados referentes aos anos de 2004, 2014 e 2024, possibilitando compreender a evolução da capacidade instalada, da geração e da participação regional na matriz elétrica nacional.

Os resultados demonstraram que, ao longo das duas últimas décadas, o Brasil apresentou um expressivo avanço na produção de energia eólica, consolidando-se como uma das maiores potências mundiais nesse segmento. O volume gerado passou de 61 GWh em 2004 para mais de 107 mil GWh em 2024, o que revela uma trajetória de expansão sustentada por medidas dos setores públicos no âmbito federal e estaduais para o desenvolvimento do setor, que envolveram crédito barato, redução de tributos e os leilões que podem ter incentivado a oferta e a demanda por esta fonte de energia.

A análise regional evidenciou a predominância da região Nordeste, que responde atualmente por mais de 90% da geração eólica nacional. Tal concentração está associada a fatores naturais, como a intensidade e constância dos ventos, e elaboração de políticas específicas de fomento por parte dos governos locais (redução de tributos) em parceria com o governo federal (via BNDES). A combinação de clima favorável e políticas públicas, possibilitaram que os estados da Bahia, Rio Grande do Norte, Piauí e Ceará se posicionassem como os principais produtores, demonstrando o papel estratégico do Nordeste na consolidação da matriz elétrica renovável do país.

As demais regiões Sul, Sudeste, Norte e Centro-Oeste apresentaram participação reduzida, embora algumas tenham registrado avanços pontuais. No Sul, os ventos favoráveis e a estrutura tecnológica favoreceram o crescimento de parques eólicos, enquanto o Sudeste, apesar de seu peso econômico, possui menor potencial natural para essa fonte.

Observou-se que, à medida que a tecnologia se torna mais eficiente e os custos de instalação e manutenção diminuem, a competitividade da energia eólica tende a aumentar frente às fontes tradicionais, como a hidrelétrica e a térmica.

Os resultados possibilitam não rejeitar as hipóteses, pois a utilização da energia eólica nas macrorregiões brasileiras cresceu em produção e capacidade instalada,

aproveitamento os potenciais naturais. Além do mais, os incentivos governamentais, com crédito mais barato, incentivos fiscais e regulação contribuíram para o desenvolvimento deste setor contribuindo para a diversificação da matriz energética.

A primeira hipótese, que propunha um crescimento heterogêneo da energia eólica entre as macrorregiões brasileiras, é comprovada pelos dados apresentados na Tabela 7, que revelam a forte concentração da geração no Nordeste, cuja participação passou de 60% em 2004 para 92,2% em 2024, enquanto regiões como Sudeste, Norte e Centro-Oeste permaneceram com percentuais inferiores a 2% no último ano analisado. Em termos absolutos, a diferença também é evidente: o Nordeste ampliou sua produção de 36,6 GWh em 2004 para mais de 99 mil GWh em 2024, ao passo que regiões como o Centro-Oeste e o Norte não ultrapassaram 2000 GWh.

Além disso, a Tabela 8 demonstra que quatro dos cinco maiores estados produtores em 2024 pertencem ao Nordeste, reforçando a influência das condições naturais favoráveis, sobretudo a intensidade e constância dos ventos.

Já a segunda hipótese, que afirmava a importância dos incentivos públicos no desenvolvimento do setor eólico, é confirmada pelo conjunto de políticas e programas apresentados no Quadro 2, como o Proinfa (2002), o PROEÓLICA (2001), o REIDI (2007), o Fundo Clima (2009) e os sucessivos leilões de energia entre 2007 e 2015, que estimularam a contratação de 665 projetos e mais de 17 GW de potência instalada. Soma-se a isso o papel do BNDES, evidenciado na Tabela 4, com financiamentos bilionários, taxas reduzidas e longos prazos de amortização, como o aporte de R\$ 2,89 bilhões para o Complexo Eólico Babilônia Centro.

Dessa forma, tanto a distribuição desigual da produção quanto a presença de políticas públicas estruturantes e mecanismos de financiamento comprovam integralmente as duas hipóteses do estudo.

Contudo, ainda persistem desafios a serem enfrentados. A concentração da geração no Nordeste revela desigualdades regionais que podem ser reduzidas com a ampliação de investimentos em infraestrutura, incentivos fiscais e desenvolvimento tecnológico voltado à exploração da energia eólica offshore, especialmente nas regiões Sudeste e Sul. Também se faz necessário aprimorar os marcos regulatórios e as políticas de integração energética, assegurando maior estabilidade institucional e previsibilidade aos investidores.

Por fim, destaca-se que o fortalecimento do setor eólico brasileiro está intrinsecamente ligado à continuidade das políticas de incentivo, ao avanço das inovações tecnológicas e à integração entre os setores público e privado. A energia eólica representa não apenas uma alternativa viável para diversificar a matriz elétrica nacional, mas também um caminho estratégico para promover o desenvolvimento regional equilibrado e a sustentabilidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim Anual 2024**. 2024. Disponível em: [https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2025/05/424\\_ABEEOLICA\\_BOLETIM-ANUAL-DIGITAL-2025\\_PT\\_FINAL.pdf](https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2025/05/424_ABEEOLICA_BOLETIM-ANUAL-DIGITAL-2025_PT_FINAL.pdf). Acesso em: 17 ago. 2025.
- ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim anual de geração eólica 2025**. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://abeeolica.org.br>. Acesso em: 28 set. 2025.
- ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Dez anos do Leilão de 2009 para eólicas**. 2019. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/dez-anos-do-leilao-de-2009-para-eolicas/>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 4. ed. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 17 mai. 2025.
- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 26 set. 2025.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 4. ed. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>.
- BAYE, M. R. **Economia de empresas e estratégias de negócios**. 6. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2010. *E-book*
- BESANKO, D. A.; BRAEUTIGAN, R. R. **Microeconomia**: uma abordagem completa. Rio de Janeiro: LTC, 2004. *E-book*
- BANCO MUNDIAL. **Cenários para o desenvolvimento de eólica offshore no Brasil**. Banco Mundial: Washington, DC, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-recebe-estudo-para-o-desenvolvimento-de-eolicas-offshore-no-brasil/ResumoExecutivoCenariosparaoDesenvolvimentodeEolicaOffshore.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Institui o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 abr. 2002. Disponível em: <https://enbpar.gov.br/areas-de-atuacao/programas-setorias/proinfa/>. Acesso em: 15 mai. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007**. Cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jun. 2007. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11488.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11488.htm). Acesso em: 19 dez. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009**. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6 e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 dez. 2009. Disponível: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/Lei/L12114.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L12114.htm). Acesso em: 20 dez. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)**. Brasília: MME, 2009. Disponível em: [https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2024-09/PROINFA-ANEXO1-InstitucionalMME\\_0.pdf](https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2024-09/PROINFA-ANEXO1-InstitucionalMME_0.pdf). Acesso em: 20 nov. 2025

CARVALHO, M. A. **Microeconomia essencial**. Rio de Janeiro: Saraiva, 2015.

CCEE - CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **InfoLeilão Dinâmico**. São Paulo: CCEE, 2020. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/web/guest/busca-ccee?q=infoleil%C3%A3o&dtlni=&dtFim=&structure=>. Acesso em: 03 dez. 2025

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

ELETROBRAS. **Programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica – Proinfa: relatório de acompanhamento 2006**. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2006

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2025: Panorama Nacional**. 2025. Disponível em: [https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/#Tabela\\_21\\_\\_Capacidade\\_instalada\\_e\\_gera%C3%A7%C3%A3o\\_por\\_regi%C3%A3o\\_e\\_UF](https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/#Tabela_21__Capacidade_instalada_e_gera%C3%A7%C3%A3o_por_regi%C3%A3o_e_UF). Acesso em: 12 ago. 2025.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2033**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 19 set. 2025.

FADIGAS, E. A. F. A. Energia eólica. Barueri: Manole, 2011. *E-book*

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOLDBERG, J. **Energias renováveis**. São Paulo: Blucher, 2012. *E-book*

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 2010.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report 2024**. Brussels, 2024. Disponível em: [https://img.saurenergy.com/2024/05/gwr-2024\\_digital-version\\_final-1-compressed.pdf](https://img.saurenergy.com/2024/05/gwr-2024_digital-version_final-1-compressed.pdf). Acesso em: 25 abr. 2025.

GWEC – GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report 2024**. Bruxelas, 2024. Disponível em: <https://gwec.net>. Acesso em: 20 set. 2025.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Energia e desenvolvimento regional**: diagnóstico e perspectivas. Brasília: IPEA, 2021.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable Energy and Jobs**: Annual Review 2024. Abu Dhabi, 2024. Disponível em: <https://www.irena.org>. Acesso em: 12 jul. 2025.

KATZ, M. L.; ROSEN, H. S. **Microeconomia**. 3. ed. São Paulo: Irwin, 1998.  
KREPS, D. M. **A course in microeconomic theory**. Princeton: Princeton University Press, 1990.

MANKIW, N. G. **Princípios de microeconomia**. 4. ed. Porto Alegre: Cengage Learning, 2021.

MCGUIGAN, J. R.; MOYER, R. C.; HARRIS, F. H. B. **Economia de empresas**: aplicações, estratégia e táticas – Tradução da 13ª edição norte-americana. 3. ed. Porto Alegre: Cengage Learning, 2016. *E-book*

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço energético nacional 2023**. Brasília: MME, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme>. Acesso em: 18 jul. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Cenários para o desenvolvimento de eólica offshore no Brasil**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-recebe-estudo-para-o-desenvolvimento-de-eolicas-offshore-no-brasil/ResumoExecutivoCenariosparaoDesenvolvimentodeEolicaOffshore.pdf>. Acesso em: 28 set. 2025.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Potencial de energia solar e eólica no Brasil**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.mme.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2025.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Relatório de Energia Eólica Offshore no Brasil**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mme>. Acesso em: 09 out. 2024.

MOREIRA, J. R. S. **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021. *E-book*

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Dados históricos de carga e geração**. 2025. Disponível em: <https://www.ons.org.br>. Acesso em: 05 set. 2025.

PEREIRA, G. M. História das usinas hidroelétricas. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 11, n. 1, 2021.

PHILIPPI-JUNIOR, A; REIS, L. B. **Energia e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2016. *E-book*

PINTO, M. O. **Energia eólica**: princípios e operação. Rio de Janeiro: Érica, 2019. *E-book*

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SAMPAIO, L. **Microeconomia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Saraiva, 2023. *E-book*

SILVA, A. M.; VIEIRA, R. M. F. Energia eólica: conceitos e características basilares para uma possível suplementação da matriz energética brasileira. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 2, 2016.

SOUZA, A. S.; SAMPAIO, J.; SOUZA, G. Energias renováveis no Nordeste do Brasil e as relações com a sustentabilidade. **Revista Brasileira de Energia**, v. 47, n. 1, p. 123-145, 2022.

STEN, N. **The economics of climate change**: The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

STIGLITZ, J. E.; ROSENGARD, J. K. **Economia do setor público**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

TIROLE, J. **Economia do setor público**: regulação e organização industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

TOLMASQUIM, M. T. **Geração de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Synergia, 2016.

VARIAN, H. **Microeconomia**: uma abordagem moderna. 9. ed. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2015. *E-book*