

# Desenvolvimento Sustentável e a Energia Eólica no Brasil

## Resumo

Diante de um cenário marcado pela degradação ambiental causada pela utilização desordenada dos recursos naturais, a energia eólica surge como uma forma de buscar o desenvolvimento e ao mesmo tempo a preservação dos recursos naturais, sem comprometer o bem-estar das gerações atuais e futuras. Dessa forma, este artigo tem o objetivo de realizar uma análise da evolução e geração de energia eólica em escala mundial e nacional, bem como apresentar a configuração da matriz elétrica destes, identificando os maiores produtores eólicos. Os dados apontam que nas últimas décadas a geração de energia elétrica de fonte eólica apresentou um crescimento vigoroso e dinâmico a nível mundial. A China, por sua vez, lidera o cenário mundial de geração eólica tanto *onshore* como *offshore*, e o Brasil aparece em sexto lugar no *ranking* de produção mundial em 2022. O Brasil é considerado referência no mundo em função das fontes renováveis comporem sua matriz elétrica há muitos anos, sendo a eólica fortemente instalada no Nordeste do país, uma região privilegiada por fortes ventos robustos e persistentes anualmente. Portanto, nota-se que o setor eólico tem potencial para contribuir para a transição energética, redução dos transtornos socioambientais causados pelo efeito estufa e na busca por segurança energética firmada em energias limpas.

**Palavras-chave:** Energia Eólica. Matriz Energética. Desenvolvimento Sustentável.

## Abstract

In the face of a scenario marked by environmental degradation caused by the disorderly use of natural resources, wind energy emerges as a way to pursue development while simultaneously preserving natural resources, without compromising the well-being of current and future generations. Thus, this article aims to conduct an analysis of the evolution and generation of wind energy on a global and national scale, as well as to present the configuration of their electrical matrix, identifying the major wind energy producers. The data indicate that in recent decades, the generation of electrical energy from wind sources has shown vigorous and dynamic growth worldwide. China, in turn, leads the global wind generation scene both onshore and offshore, with Brazil ranking sixth in global production in 2022. Brazil is considered a reference globally due to renewable sources having composed its electrical matrix for many years, with wind energy strongly established in the Northeast of the country—a region favored by strong and persistent winds annually. Therefore, it is evident that the wind energy sector has the potential to contribute to the energy transition, reduce socio-environmental disturbances caused by the greenhouse effect, and enhance energy security through reliance on clean energy.

**Keywords:** Wind Energy. Energy Matrix. Sustainable Development.

## 1. Introdução

A eletricidade constitui-se como parte essencial ao desenvolvimento humano, estando intimamente interligada a qualidade de vida, ao progresso econômico internacional e ao meio ambiente, conforme ressaltam Vichi e Mansor (2009). Dessa forma, no decorrer da evolução das sociedades, Silva (2006) mostra que a utilização dos recursos energéticos tem sido e continua a ser um elemento singular no atendimento das necessidades das sociedades ao longo dos diversos períodos históricos.

Em vista disso, o crescimento da demanda energética mundial ao longo da evolução da humanidade permitiu a diversificação de técnicas de obtenção e/ou conversão de energia, o que, por meio da integração de conhecimentos científicos e tecnológicos, estruturaram o mercado energético mundial que temos, como aponta Costa et al. (2009).

Vale salientar ainda que o interesse pelo desenvolvimento de uma matriz energética renovável tem sido alvo de pesquisas, investigações e políticas públicas governamentais em diversos países desde a crise de suprimento do petróleo da década de 1970. Além disso, os problemas socioambientais causados pelo aquecimento global também passaram a se tornar uma forte preocupação da sociedade, o que, somado ao aumento no preço dos combustíveis, tornaram expressivo o interesse por um mundo com maior participação de energias limpas e renováveis, de modo a reduzir os danos ambientais resultantes do consumo de energia utilizado na época como afirma Nascimento e Silva (2016).

Dessa forma, considerando as fontes de energia renováveis escolhidas, o destaque se dá para o setor eólico, que conforme Macedo (2017) tem se consolidado na diversificação da matriz energética mundial e suprimento dos combustíveis fósseis, na busca da segurança energética, sustentabilidade ambiental e geração de eletricidade ambientalmente correta.

A energia eólica desempenha um papel crucial no contexto do desenvolvimento sustentável, oferecendo uma alternativa limpa e renovável para suprir as crescentes demandas energéticas globais. Ao explorar o potencial dos ventos para gerar eletricidade, a energia eólica contribui significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa, mitigando os impactos das mudanças climáticas.

Além disso, ao diversificar a matriz energética e reduzir a dependência de fontes não renováveis, ela promove a segurança energética e a estabilidade econômica. A implantação de parques eólicos não apenas impulsiona a criação de empregos nas áreas de instalação e manutenção, mas também estimula a inovação tecnológica, impulsionando o crescimento econômico. Ao integrar a energia eólica em estratégias de desenvolvimento sustentável, os países podem alcançar metas ambientais, melhorar a resiliência do sistema energético e promover uma transição para uma economia mais verde e equitativa (Silva et al. (2020).

O desenvolvimento da energia eólica no Brasil experimentou uma notável trajetória de crescimento e consolidação ao longo das últimas décadas. Impulsionado por condições geográficas favoráveis, especialmente nas regiões do Nordeste e Sul do país, o setor viu uma expansão significativa de parques eólicos. Inicialmente, marcos importantes, como os leilões de energia, incentivaram investimentos expressivos, resultando em uma capacidade instalada considerável. A crescente conscientização ambiental e a busca por fontes mais sustentáveis também contribuíram para a ascensão da energia eólica. O Brasil, ao diversificar sua matriz energética, não apenas reduziu a dependência de fontes não renováveis, mas também estimulou a inovação tecnológica e a criação de empregos no setor. Com uma trajetória ascendente, o país se tornou um protagonista significativo no cenário global de energia eólica, consolidando-se como um exemplo de como a transição para fontes renováveis pode ser estratégica para o desenvolvimento econômico e ambientalmente sustentável<sup>1</sup>.

Apesar de não desenvolver trabalhos que utilizasse explicitamente o termo desenvolvimento sustentável, Celso Furtado pode ser considerado um precursor intelectual ao destacar a necessidade de um desenvolvimento que não apenas promova o crescimento econômico, mas que também leve em conta as dimensões sociais e ambientais, evidenciando sua preocupação com as questões ambientais e bem-estar das gerações futuras.

Neste sentido, a energia eólica tem contribuído para acelerar o processo de transição energética no Brasil e, assim, para que o processo de produção na economia brasileira seja mais

---

<sup>1</sup> Vide Silva (2023).

limpo. Dessa forma, este artigo tem por objetivo analisar a evolução da geração de energia eólica no Brasil e sua contribuição para uma matriz energética verde.

Para alcançar esse objetivo, o presente artigo está dividido em mais quatro seções além desta introdução. A próxima seção mostra a preocupação de Celso Furtado com o meio ambiente relacionando com o conceito de desenvolvimento sustentável e economia ambiental. Na terceira seção é descrito o processo histórico da energia eólica no mundo, destacando os principais *players* atualmente. Na quarta seção busca analisar a evolução da geração de energia eólica no Brasil e sua contribuição para uma matriz energética limpa e compatível com o desenvolvimento sustentável. Na última seção, tem-se as considerações finais.

## **2. Celso Furtado e o Desenvolvimento Sustentável**

Uma das questões mais recentes dentro da teoria econômica, particularmente no transcurso desta seção, refere-se ao atual estágio da degradação ambiental, cujos padrões de desenvolvimento econômico capitalista explicitam forte tendência a não redução no uso desordenado dos recursos naturais, implicando, provavelmente, em cenários catastróficos cada vez mais frequentes no mundo.

Furtado (1974) apresenta, entre inúmeras questões, uma preocupação não desprezível com a utilização de forma inadequada do meio ambiente, pois o autor passa a perceber forte exploração dos recursos naturais e uma contínua expansão nos padrões de consumo, especialmente nos países mais desenvolvidos, os quais demonstram notáveis níveis de renda e, portanto, condições de elevar o consumo agregado nacionalmente.

O autor, necessariamente, perpetra o conceito de “profecia do colapso”, cuja preocupação é advertir que o desenvolvimento deve ser sustentável no sentido de haver aumento dos níveis de produtividade e a estabilização na exploração dos recursos naturais, notadamente, o aspecto envolto na mencionada suposição gera importantes prerrogativas no sentido de induzir incrementos no crescimento econômico dos países emergentes, impossibilitando o aprofundamento da exploração do meio ambiente.

Schmitz e Bittencourt (2017), por sua vez, revelam sintomáticas explicitações decorrentes da relação do crescimento econômico e exploração dos recursos hídricos, demonstrando que acréscimos na produção implica na ampliação da exploração das bacias hidrográficas, reforçando a perspectiva de Celso Furtado em termos da universalidade do quadro econômico e seus desdobramentos ambientais.

Já Krugman (1988), via de regra, mostra que a escala de produção econômica sinaliza haver necessidades capitalistas no sentido de elevar o volume produzido com o objetivo de tornar os preços mais competitivos, isto é, a ideia básica se reporta a tentativa de permanentemente aumentar o crescimento da economia para melhorar a posição dos distintos capitais dentro do processo concorrencial.

Assim, o autor converge neste ponto a Furtado, ou seja, a dinâmica econômica remonta uma contínua tendência dos agentes procurarem expandir seus ganhos em detrimento dos limites ambientais, denotando ser um aspecto crucial na análise dos recursos naturais, cuja compatibilidade com Schmitz e Bittencourt (2017) na concordância das implicações do crescimento e suas repercussões no meio ambiente são sintomáticas.

Nestes termos, Almeida (2012), Cechin e Pacini (2012) e Diniz e Bermann (2012), na verdade, resgatam o conceito de economia verde, onde o modelo teórico diz respeito à ideia de acomodação do bem-estar social em comunhão com equilíbrio ambiental, quer dizer, os autores revelam haver a premissa de harmonia entre o crescimento das economias e a continuidade do desenvolvimento sustentável, viabilizando ao surgimento de críticas ao pensamento antes enfatizado.

Com efeito, uma questão bastante interessante procede da perspectiva de uma economia capitalista, cuja proposição se vincula ao terreno da monetização dos recursos naturais, isto é, na prática haveria uma espécie de mercado ecológico no sentido da precificação da água, ar, dentre outros, bem como o avanço na ampliação da utilização da biodiversidade, denotando ser o velho desenvolvimento sustentável com novos contornos.

Assim, o modelo da economia verde dialoga com Celso Furtado na medida que a expansão econômica requer dos agentes inovações a fim de alargar as possibilidades de exploração dos recursos naturais, cuja tentativa de precificação não impede, a rigor, a degradação contínua do meio ambiente haja vista ser permitido o uso dos recursos naturais em troca do pagamento pela utilização, não solucionando as preocupações postadas por Furtado (1974).

Almeida (2012), alternativamente, adiciona ao campo de suas reflexões a tentativa de gerar condições ambientalmente mais favoráveis, isto é, a redução da utilização de gás carbônico, demanda por itens mais ligados à biodiversidade, dentre outros, de sorte que a preocupação dessa forma de pensamento é a diminuição dos níveis de poluição que impactam nas dinâmicas sociais, ambientais e econômicas.

Diferentemente do modelo da economia verde, há a denominada economia ecológica, em que um dos principais expoentes corresponde a Georgescu-Roegen (1971), cujo autor apresenta como algumas de suas mais notáveis conclusões, necessariamente, a ideia do decrescimento econômico a fim de corrigir os elevados contornos de entropia ambiental, pois os agentes produzem e a parte residual é descartada no meio ambiente.

Segundo Georgescu-Roegen (1971), o planeta terra possui finitos recursos naturais, determinando, conseqüentemente, a restrição ao contínuo processo expansionista econômico, sendo premente haver diminuição nos padrões de consumo e, portanto, reduzir a degradação ambiental com o arrefecimento da entropia ecológica, de forma que o decrescimento econômico antes enfatizado deve ser procedente de uma ação voluntária humana e não proveniente das conseqüências ambientais.

Acrescente-se que Georgescu-Roegen (1971) chega a tais conclusões analíticas devido a sua compreensão de sistema fechado, ou seja, a leitura da economia ecológica leva em consideração a proposição de decrescimento econômico dada a impossibilidade de aumento nos níveis produtivos e de consumo, especialmente decorrentes do sistema restritivo dos movimentos dos agentes (empresas, famílias e governos), de modo que as interações emergentes entre os mencionados agentes podem proporcionar semelhantes degradações ambientais.

Daly (2004), via de regra, traz no âmago de sua discussão a perspectiva de estado estacionário, em outras palavras, o autor procura demonstrar que não necessariamente a economia precisa encolher seu nível de produção e sim atingir certo limite ambientalmente sustentável, divergindo, parcialmente, da leitura de Georgescu-roegen (1971).

Nesse sentido, Daly (2004) admite que sua percepção de estado estacionário está associada ao princípio da substitutibilidade, em outras palavras, a ideia básica remonta ser crucial substituir eventuais fatores de produção mais obsoletos em favor daqueles mais modernos, não alterando, contudo, os níveis gerais de produção, seguindo o raciocínio dos modelos de crescimento econômico compatíveis com esta prerrogativa estacionária.

Georgescu-roegen (1971) e Daly (2004) permitem observar, categoricamente, que o modelo da economia ecológica requer a não contínua expansão dos padrões de produção e consumo, sendo fundamental encontrar formas alternativas e ambientalmente sustentáveis no sentido de viabilizar a conservação dos recursos naturais a serem utilizados pelas futuras gerações, tornando mais robustas as análises acerca desta forma de compreensão econômica e ambiental.

Finalmente, este modelo da economia ecológica apresenta uma característica sintomaticamente importante, quer dizer, a ideia multidisciplinar faz emergir questionamentos significativos em torno do protagonismo econômico, possibilitando entender o meio ambiente a partir de diversos prismas, afastando-se do reducionismo científico econômico e ampliando determinado conjunto de nuances explicativos, destoando da denominada economia ambiental.

O modelo da economia ambiental, especificamente, encontra determinado grau de peculiaridade no sentido de apresentar elementos caracterizadores de uma sistematização analítica que envolve a conservação ambiental sem inibir o crescimento econômico. Neste sentido, Pearce e Turner (1995) mostram haver na natureza possibilidades de exploração até o limite da capacidade existente no meio ambiente e, adicionalmente, a permissividade em descartar resíduos sujeitos a uma restrição natural (tempo necessário para decomposição limitado pelo próprio meio ambiente).

Ballesterio (2008) e Cavalcanti (2010), na verdade, revelam que a preocupação da economia ambiental perpassa pela busca em garantir uma transição, quando for oportuno, de mudanças na matriz energética, a exemplo de recursos não renováveis para aqueles de cunho renováveis, demonstrando uma percepção bastante distinta da economia ecológica.

A literatura apresentada anteriormente, por extensão, explicita que a premissa básica da tradição neoclássica é conservada, onde a economia capitalista procura valorar os itens naturais, cuja principal expectativa dos agentes é garantir, racionalmente, o horizonte maximizador, reservando ao terreno secundário o meio ambiente e colocando a economia como fundamental no âmbito social.

Portanto, as escolas de pensamento sumariamente apontadas e seus respectivos modelos de análise, a rigor, revelam menores preocupações com as questões ambientais em favor da economia, sendo possível retomar esta leitura como uma procedência de Furtado (1974), cujo autor do pensamento clássico brasileiro não negligencia enfatizar nuances acerca do meio ambiente.

Acrescente-se, por sua vez, que Celso Furtado faz alusão as questões ambientais ao suscitar em sua discussão uma interrogação relevante, a saber: crescimento vis-à-vis desenvolvimento. Na obra “O mito do desenvolvimento econômico”, conforme já mencionado, nota-se uma flagrante preocupação do autor, o qual olha para o sistema econômico e percebe uma exaustiva busca por aumentar o produto e no máximo se ventila nuances distributivas de renda, deixando os recursos naturais periféricamente.

Finalmente, uma leitura sintética traz como eixo central a aceitação das questões ambientais em Furtado como um ponto notável e, necessariamente, somente é possível haver desenvolvimento não negligenciando os recursos naturais, sendo um interessante diálogo do pensador clássico brasileiro diante dos modelos das economias verde, ecológica e ambiental, suscitando algumas breves impressões aqui circunscritas.

O crescimento das energias renováveis no mundo nas últimas décadas, em especial a eólica, pode ser uma forma de buscar o desenvolvimento e ao mesmo tempo preservar os recursos naturais, evitando prejuízos para as gerações futuras. Assim, a próxima seção realiza uma revisão histórica da evolução da energia eólica no mundo.

### **3. Aspectos Históricos da Energia Eólica no Mundo**

Proveniente da movimentação das massas de ar atmosféricas, a energia eólica ou dos ventos pode ser considerada como uma fonte de energia limpa e renovável disponível na natureza. Sua geração acontece a partir da transformação da energia cinética dos ventos em energia em mecânica de rotação. (ALVES, 2006; ANEEL, 2005).

Segundo Martins, Guarnieri e Pereira (2008), as primeiras utilizações da energia do vento pela humanidade remetem há mais de 3000 anos. Ainda na antiguidade, a utilização dos

ventos como fonte natural de energia começou a ser empregada em atividades agrícolas como a moagem de grãos e o bombeamento de água. Em vista disso, surgem os moinhos primitivos de eixo vertical em substituição da força humana ou animal nas atividades agrícolas. O vento também foi essencial no desenvolvimento da navegação marítima da época.

Já Dutra (2008) mostra que registros históricos apontam que a primeira utilização de moinhos de eixo vertical (cata-ventos) para moagem de grãos e bombeamento de água aconteceu por volta de 200 A.C na Pérsia, onde se espalhou pelo mundo e foi utilizado durante vários séculos. Na Europa, o uso dos cata-ventos se deu com o retorno das Cruzadas há 900 anos. Já os moinhos de eixo horizontal do tipo “holandês” começaram a ser utilizados no século XII e rapidamente houve diversificação do seu uso na Holanda, Inglaterra, França e Europa, proporcionando otimização de várias atividades agrícolas e refletindo positivamente na economia por vários séculos. Na Holanda, os moinhos de vento tiveram várias aplicações, inclusive estiveram relacionados com a drenagem de água<sup>2</sup>.

No final do século XIX os cata-ventos passaram a ser adaptados para fins de geração de energia elétrica por Charles Francis Brush na cidade de Cleveland, localizada nos Estados Unidos da América (EUA), sendo a primeira inovação tecnológica para produção de eletricidade como afirma Burton et al. (2001). A partir do início do século XX, diversos países buscaram o desenvolvimento e utilização de turbinas eólicas de pequeno porte somente para suprir as necessidades energéticas de comunidades particulares isoladas, porém ainda não havia conexão com a rede elétrica. No entanto, Energês (2020) afirma que a crescente conscientização de poupar combustíveis fósseis impulsionada pela Segunda Guerra Mundial contribuiu para o avanço das turbinas eólicas de médio e grande porte em diversos países.

Este avanço levou os Estados Unidos a construir em 1941 a notável turbina eólica Smith-Putnam, com capacidade de geração de 1,25 MW conectada à rede elétrica local, funcionando até 1945 quando falhou. No entanto, mesmo falhando, esta foi considerada a maior turbina eólica construída ao longo de quatro décadas. No geral, com o fim da Segunda Guerra os combustíveis fósseis voltaram a dominar o cenário mundial e houve pouco interesse na geração eólica dos aerogeradores, sendo estes construídos somente para pesquisa, conforme nos assegura Letcher (2023).

Pautado pela crise do petróleo que assolou o mundo na década de 1970, diversos países despertaram o interesse no desenvolvimento e investigação das fontes alternativas de energia. Dessa forma, as energias renováveis se destacaram e atraíram fortes investimentos para o setor como forma de superar a escassez energética da época (Burton et al., 2001). O governo dinamarquês diante desta crise criou, por sua vez, um programa de incentivo às fontes renováveis de energia como iniciativa para suprir este transtorno. Diante disso, conforme Costa et al., (2009), a Dinamarca foi o país a operar a primeira turbina eólica ligada à rede elétrica pública, representando um marco para o ano de 1976.

Vale ressaltar ainda que, de acordo com os autores Costa et al. (2009) e Enel Green Power [s.d.], a Dinamarca além de ligar a primeira turbina eólica a rede elétrica, também foi pioneira na construção dos parques eólicos *offshore* no mundo. Inovando com o aproveitamento dos seus fortes ventos marítimos, o parque eólico de Vindeby no alto-mar na Dinamarca, operou pela primeira vez em 1991 com onze turbinas eólicas que juntas, tinham uma capacidade total instalada de 4,95 MW (Neoenergia, [s.d]; Power Technology, 2017). Ainda na década de 1990, também como resultado de incentivos de governos locais e o desenvolvimento de políticas públicas, o mercado europeu se consolidou na produção de peças, componentes, *softwares* e instalações de energia eólica., como mostra Castro et al. (2018).

Atualmente, os principais produtores de energia eólica no mundo têm desempenhado um papel crucial na transição global para fontes de energia mais sustentáveis. A China destaca-

---

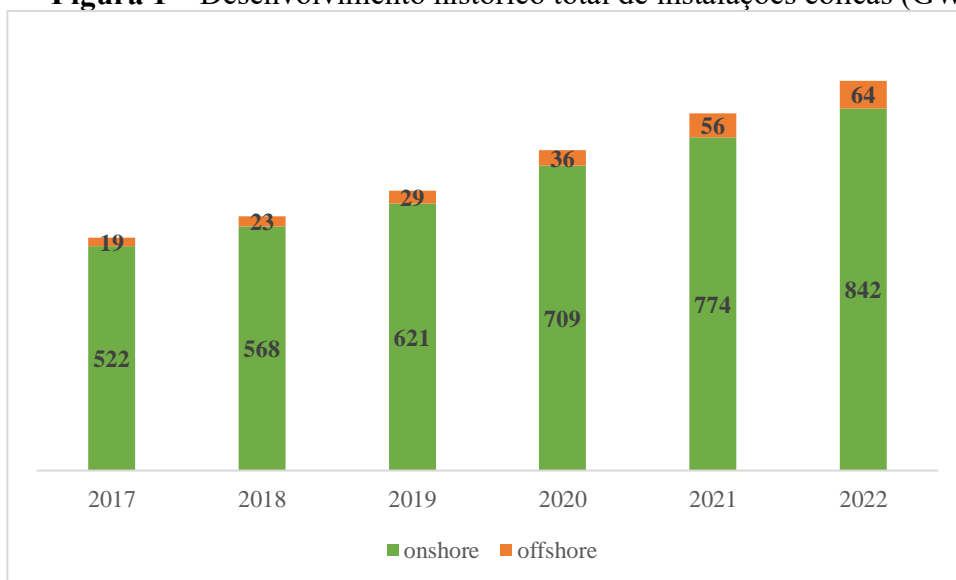
<sup>2</sup> Vide Dutra (2008) para mais sobre a evolução tecnológica dos moinhos de ventos.

se como líder indiscutível nesse cenário, impulsionando significativamente a geração tanto em instalações terrestres quanto *offshore*. Sua abordagem ambiciosa e investimentos substanciais na indústria eólica consolidam sua posição no topo da lista de maiores produtores globais. Outros países europeus também têm desempenhado um papel proeminente, com destaque para a Alemanha e a Espanha, que historicamente investiram maciçamente em parques eólicos. Os Estados Unidos também figuram entre os principais produtores, com expansão contínua em diversas regiões. Além disso, países como Índia e Brasil têm emergido como protagonistas no cenário global de energia eólica, destacando o crescimento e a diversificação desse setor em diferentes partes do mundo. Essa dinâmica reflete a importância crescente da energia eólica como uma fonte fundamental na matriz energética global e na busca por soluções mais sustentáveis para o futuro.

Como bem nos assegura Castro *et. al.* (2018), uso da energia eólica para a geração de eletricidade tem experimentado um notável crescimento global nos últimos anos, impulsionado por três fatores principais: segurança energética, cadeia produtiva e redução do impacto ambiental. Em decorrência desse cenário, o mercado global da indústria eólica tem evoluído significativamente, abrangendo avanços em tecnologia de *software*, fabricação de peças, componentes e instalações.

De acordo com o relatório anual do Global Wind Energy Council (GWEC, 2023), a capacidade eólica total globalmente instalada foi de 906 GW (gigawatts) no ano de 2022, o que representa, em termos percentuais, a um crescimento de 9% em relação ao ano anterior que produziu 830 GW. Do total produzido, 841,9 GW pertencem ao mercado eólico *onshore* (em terra) e 64,3 GW ao *offshore* (no mar) alimentados à rede no ano de 2022 conforme Figura 1.

**Figura 1** – Desenvolvimento histórico total de instalações eólicas (GW).

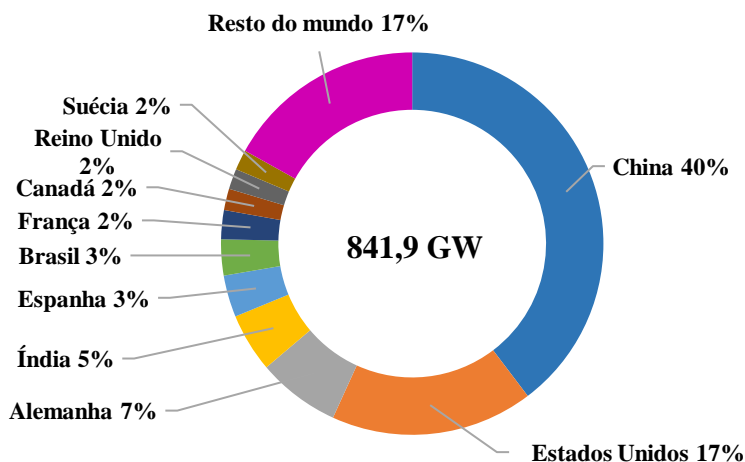


Fonte: GWEC, 2023. Elaboração própria, 2023.

Pertencente à região Ásia-Pacífico (APAC), a China é a maior potência do mundo em termos de participação no mercado eólico, contribuindo com 334 GW da capacidade eólica global *onshore* e 31,5 GW do total de instalações *offshore* mundiais em 2022, se destacando no setor com a produção total de 365,5 GW, conforme as Figuras 2 e 3. Em segundo lugar, estão os Estados Unidos com a produção de 144 GW da capacidade global *onshore* adicionado à rede elétrica. O terceiro país no *ranking* eólico é a Alemanha com sua produção de 59 GW *onshore* e 8,1 GW *offshore*, somando ao todo 67,1 GW. O Brasil, por sua vez, aparece em 6º lugar no

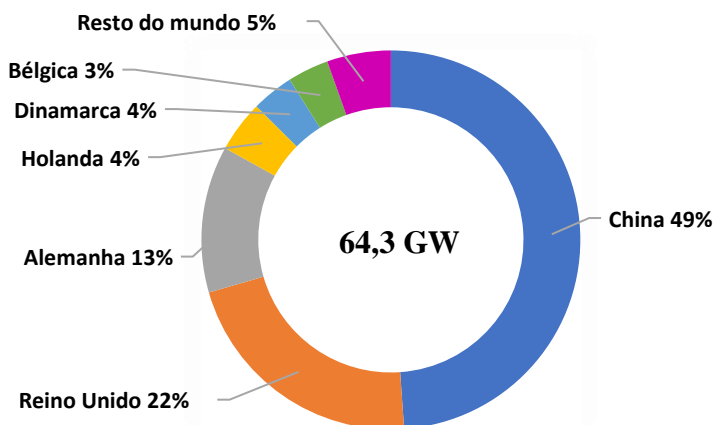
ranking de produção mundial, contribuindo com 25,6 GW de capacidade instalada *onshore* em 2022, com a geração de energia eólica se firmando como um dos setores mais fortes do país.

**Figura 2** – Total de instalações eólicas *onshore* operando no ano de 2022 (%).



Fonte: GWEC, 2023. Elaboração própria, 2023.

**Figura 3** – Total de instalações eólicas *offshore* operando no ano de 2022 (%).

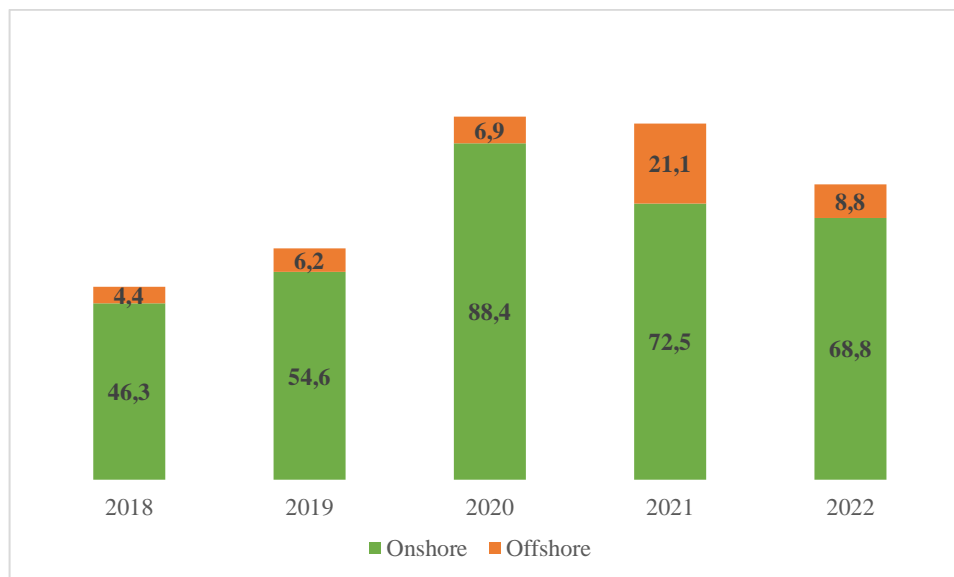


Fonte: GWEC, 2023. Elaboração própria, 2023.

Contudo, apesar de ter apresentado crescimento positivo na capacidade global total instalada, as instalações de novos parques eólicos para aumento da capacidade de energia apresentaram uma queda de 17,1% com relação ao ano de 2021. Em vista disso, a indústria eólica adicionou 77,6 GW de nova capacidade de energia eólica à rede elétrica em 2022, o que o torna o terceiro melhor ano da história em termos de nova capacidade instalada, ficando atrás somente do aditivo de 93,6 GW em 2021 e 95,3 GW 2020, conforme pode ser visto na Figura 4.

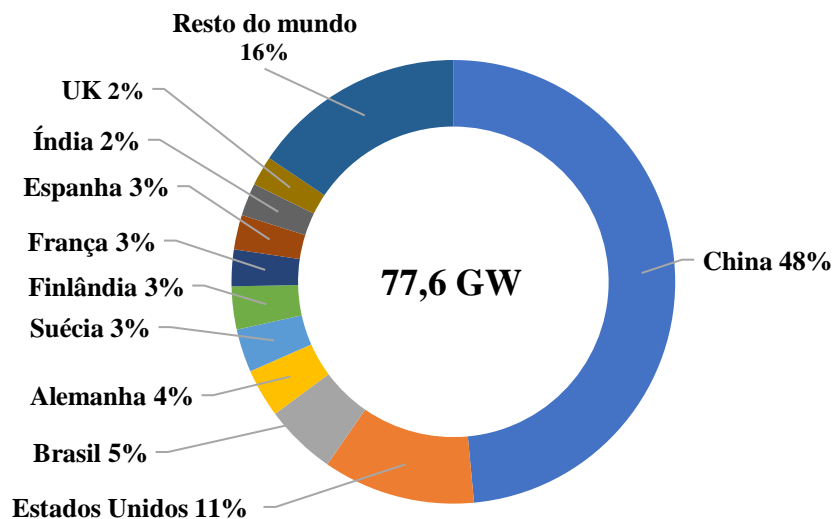


**Figura 4** – Novas instalações eólicas *onshore* e *offshore* em GW para o ano de 2022.



Fonte: GWEC, 2023. Elaboração própria, 2023.

**Figura 5** – Nova capacidade de energia eólica em 2022 dos principais países (em %).

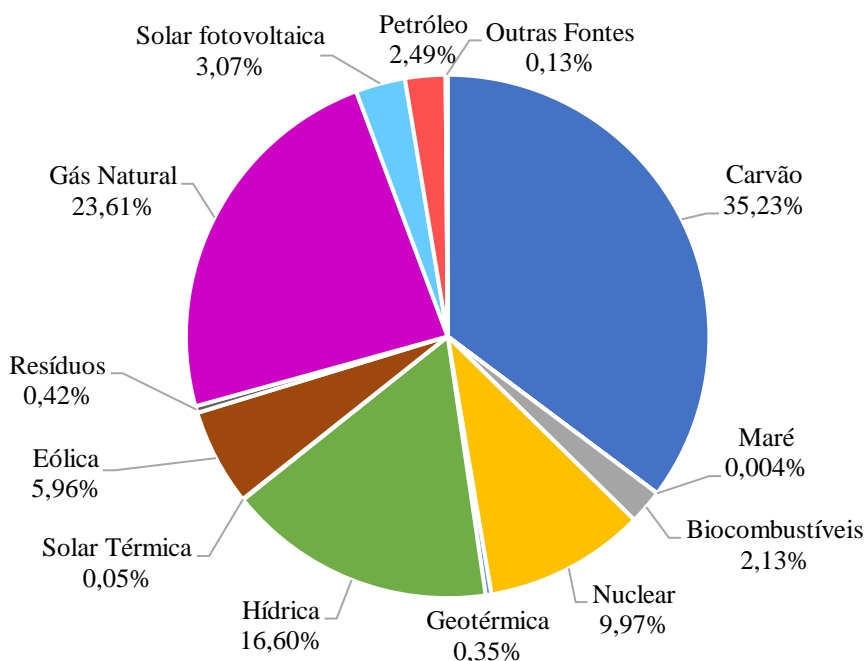


Fonte: GWEC, 2023.

Ainda no que se refere às novas instalações, a China continua a liderar globalmente o desenvolvimento eólico, contribuindo com 48% das novas instalações. Os Estados Unidos mantiveram o segundo lugar com 11% e o Brasil apresentou um ano recorde de instalações, com mais de 4 GW produzidos *onshore*, o que o deixou em 2022 como o terceiro país que mais instalou eólicas no mundo com 5% do total mundial. Em seguida vem a Alemanha com 4% e Suécia com 3%, respectivamente (Figura 5). Ao todo, esses cinco países contribuem com 71% das novas instalações neste mesmo ano, sendo considerados os principais mercados do mundo para novas instalações em 2022.

Quando se trata da matriz energética mundial, ou seja, a soma do conjunto de todas as fontes de geração de energia elétrica globais, dados do IEA (2022) indicam que em 2020 as fontes não renováveis e poluentes como o carvão (35,23%), o gás natural (23,61%), a energia nuclear (9,97%) e o petróleo (2,49%) constituem grande parte da energia utilizada em todo o mundo, Figura 4.

**Figura 4** – Matriz elétrica total do mundo em 2020: GWh.



Fonte: IEA, 2022. Elaboração própria, 2023.

Embora esses combustíveis fósseis sejam fundamentais para a produção de energia e desenvolvimento mundial, as fontes não renováveis de energia provocam problemas ambientais como o aumento do efeito estufa, aquecimento global e contaminação por lixo radioativo, os quais são decorrentes da emissão de gases nocivos e geração de rejeitos tóxicos que contaminam o solo, os cursos d'água e o ar atmosférico a partir do processo de produção de energia.

Por outro lado, as fontes de energia renováveis e/ou alternativas ainda necessitam de mais participação na matriz energética mundial, de modo a promover segurança energética e reduzir os impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis. Dessa maneira, dentre as energias limpas, o destaque se dá para a energia hídrica (16,6%) gerada a partir da força das águas. Em seguida, aparece a energia eólica, que apesar de 2020 ter sido o ano recorde na adição de novas instalações, o setor ocupa o quinto lugar na classificação da matriz energética mundial com 5,96% de contribuição neste mesmo ano. (IEA, 2022).

A importância de uma matriz energética renovável é significativa e abrange diversos aspectos, refletindo os desafios e aspirações relacionados à sustentabilidade e ao meio ambiente, bem como aspectos econômicos e sociais. Além disso, a adoção de fontes renováveis promove o desenvolvimento sustentável, pois elas oferecem uma alternativa mais duradoura e menos prejudicial para atender às necessidades de energia, alinhando-se aos princípios de responsabilidade social e econômica.

Em suma, uma matriz energética renovável desempenha um papel vital na promoção de um futuro mais sustentável, reduzindo impactos ambientais, garantindo segurança energética e

contribuindo para o desenvolvimento econômico e social, como sugeriu Furtado (1974). A próxima seção busca analisar a evolução da energia eólica no Brasil e sua contribuição para uma matriz energética brasileira mais limpa.

#### **4. Energia Eólica no Brasil**

O primeiro aerogerador brasileiro foi instalado em 1992 no Arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, fruto da parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), em conjunto com o instituto de pesquisas dinamarquês Folkecenter. Com uma capacidade de 75 kW, altura de 23 metros e uma produção correspondente a aproximadamente 10% da energia consumida na ilha, esse projeto contribuiu para a economia de 70.000 litros de diesel por ano (ANEEL, 2005; Gouvêa e Silva, 2018; Silva, 2023).

No que se refere às usinas, após o desenvolvimento de projetos-piloto, foi inaugurado em 1999 o primeiro Parque Eólico de Taíba, localizado na praia de Taíba, em São Gonçalo do Amarante/CE. A referida usina, instalada sobre as dunas da praia, contou com a operação de dez aerogeradores de 44m e 500 KW, sendo pioneira na produção de energia no Brasil. (Moreira et al., 2013; Memória da Eletricidade, 2018).

Para Barroso et al. (2022), os custos da geração de energia eólica ainda eram altos em função no seu estágio inicial de desenvolvimento. Dessa forma, este fator, aliado a falta de políticas públicas, motivou a baixa competitividade e o pouco crescimento desta nova tecnologia durante a próxima década.

No entanto, para Silva (2015), a crise de racionamento no setor energético brasileiro em 2001 proporcionou uma oportunidade para transformações e novas perspectivas em relação à matriz elétrica nacional. Nesse sentido, Krell e Castro (2020) acrescenta que esta crise energética evidenciou que a matriz elétrica brasileira precisava de uma mudança estrutural, o que estimulou no país a importância e a busca pelo desenvolvimento de fontes alternativas e renováveis de energia como a energia de base eólica.

Em vista disso, no que se refere aos esforços contingenciais diante desta crise de energia elétrica em 2001, o Governo Federal, por sua vez, criou o Programa Emergencial de Energia Eólica - PROEÓLICA no território nacional a partir da Resolução N° 24, de 5 de julho de 2001, instituída pelo presidente da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE. Com o objetivo de incentivar a contratação de empreendimentos de geração de energia eólica integrada ao sistema elétrico nacional, o programa objetivava viabilizar a implantação de 1.050 MW de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica, até dezembro de 2003. Contudo, este programa emergencial não atingiu resultados satisfatórios e foi substituído pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, o PROINFA<sup>3</sup>.

Sendo assim, o PROINFA, criado pelo Governo Federal em 26 de abril de 2002 pela Lei 10.438, e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), tinha o objetivo de fomentar a diversificação da matriz elétrica brasileira por meio do aumento da produção de energia elétrica por empreendimentos de fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional.

Dentre as diversas medidas adotadas, o PROINFA determinou que deveriam ser contratados e implantados 3.300 MW de capacidade oriundas de fontes alternativas de energia, com início de funcionamento previsto para até 30 de dezembro de 2008 e a ser produzida no prazo de vinte anos. De acordo com Junior e Moreira (2020), além de estimular o crescimento das fontes renováveis na matriz energética, o PROINFA também propiciou o estabelecimento

---

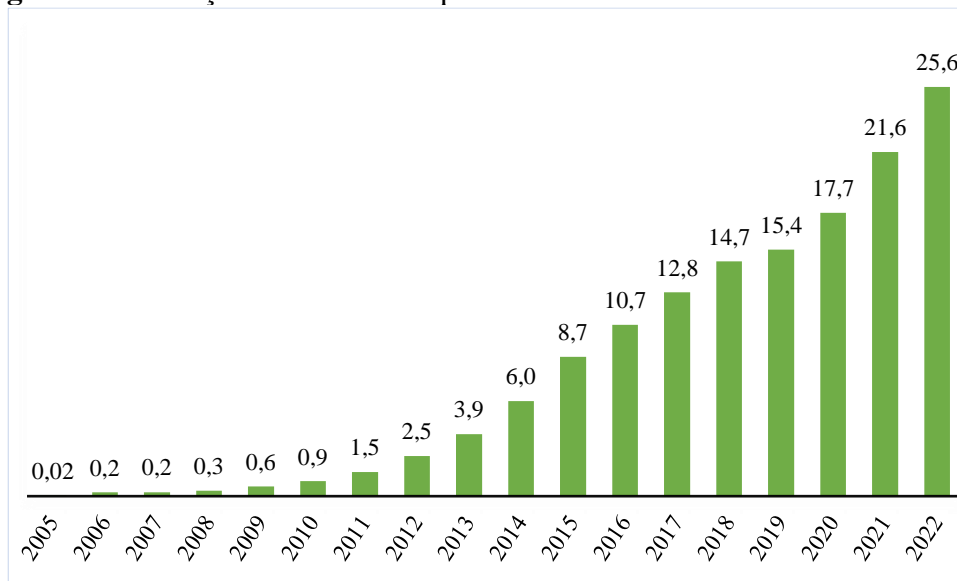
<sup>3</sup> Vide Silva (2023).

da indústria de componentes e turbinas eólicas no Brasil, por meio de requisitos de conteúdo nacional para os aerogeradores originados desse programa.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, em 2003 a energia eólica tinha contribuição ainda bem discreta na produção de energia elétrica do país, tendo em vista que, neste mesmo ano havia somente 6 pequenos parques eólicos em operação no Brasil, que conjuntamente, totalizavam a capacidade instalada de 22 MW. As centrais que mais se destacavam neste cenário foram os parques eólicos de Taíba e Prainha do estado do Ceará, que juntas somavam 68% do parque eólico nacional, com 5 e 10 MW de potência instalada, respectivamente, também em 2003<sup>4</sup>.

A Figura 5 a seguir revela a evolução da capacidade instalada e o crescimento da fonte eólica brasileira ao longo dos anos. Dessa forma, de acordo com os dados da ABEEÓLICA, foi possível observar que a produção de energia eólica no Brasil pouco avançou até 2010, onde a capacidade instalada era menor que 1 GW no país. Todavia, o Brasil passou por um aumento do potencial produtivo em função do crescente interesse pelos parques eólicos e pelas fontes renováveis.

**Figura 5** – Evolução histórica da capacidade eólica instalada no Brasil em GW.



Fonte: ABEEÓLICA, 2022. Elaboração própria, 2023.

Nesse contexto, a partir dos substanciais investimentos em energia eólica originados do primeiro leilão competitivo de 2009, o Brasil experimentou um notável aumento no volume de projetos eólicos contratados. Conforme observado por Simas (2012), o país se destacou como o mercado mais atraente da América do Sul. Inicialmente, com uma capacidade eólica instalada de 0,9 GW em 2010, o Brasil registrou um crescimento expressivo ao longo dos anos no setor, atingindo 6 GW em 2014, 15,4 GW em 2019 e, finalmente, 25,6 GW em 2022.

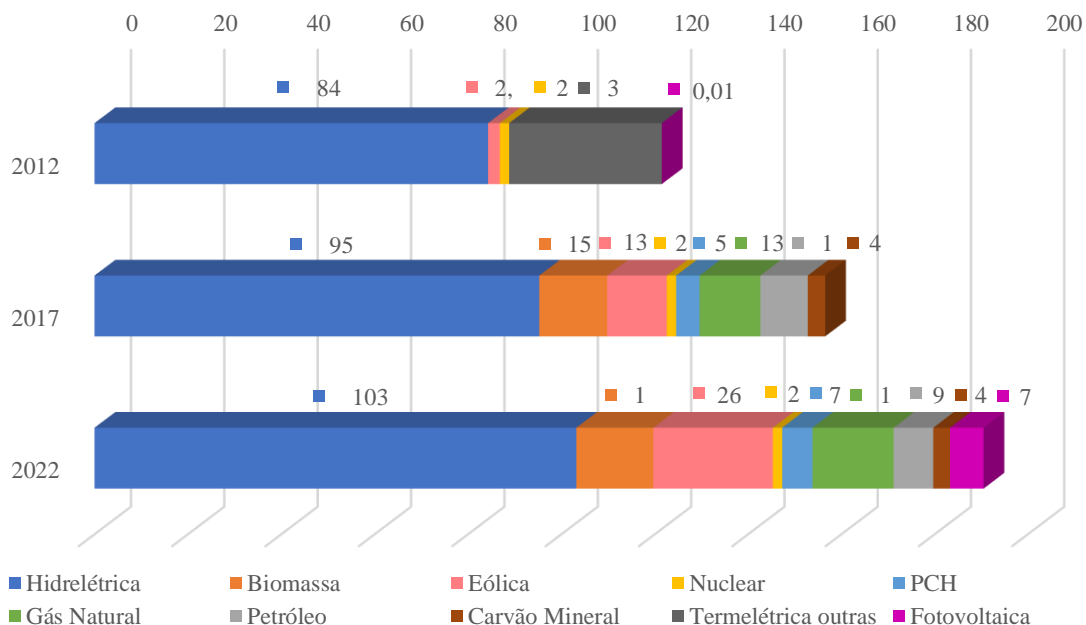
No que se refere a matriz energética brasileira, o país historicamente tem sido destaque, quando comparado ao resto do mundo, em função das fontes alternativas de energia serem a base da sua matriz elétrica. Em vista disso, conforme ilustrado na Figura 6, as energias limpas representavam 71,44% da produção de elétrica nacional em 2012, crescendo para 81,53% em 2017 e 83,46% em 2022, respectivamente.

A fonte hidrelétrica manteve-se como a principal protagonista na geração elétrica ao longo dos três anos analisados. Entretanto, a energia eólica evidenciou um progresso notável

<sup>4</sup> Vide ANEEL (2005).

nesse período. Ao término de 2012, essa fonte registrou um potencial produtivo instalado de 2,5 GW distribuídos em 108 parques eólicos. Esse marco representou um avanço de aproximadamente 19% em relação ao ano anterior, quando o país contava com apenas 68 parques eólicos em operação, totalizando uma potência de 1,45 GW.

**Figura 6 – Evolução histórica da matriz elétrica brasileira em GW.**



Fonte: ABEEÓLICA. Elaboração própria, 2023.

É importante destacar ainda que o setor continuou avançando e, o ano de 2022 terminou com 904 usinas em operação, totalizando 25,63 GW de potência eólica instalada, o que se refere a um crescimento de 50% em relação ao ano de 2017, quando a capacidade instalada era de 13 GW e 508 parques.

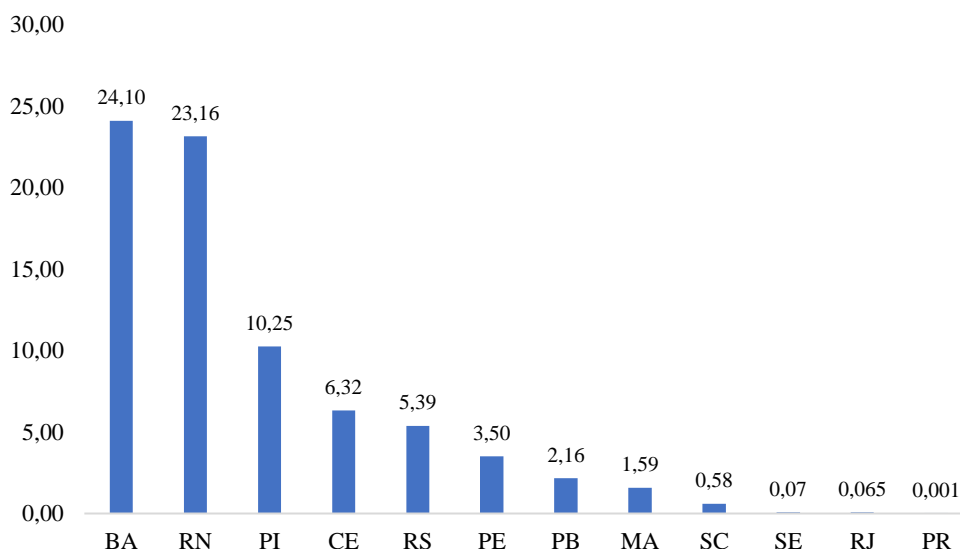
O crescimento vigoroso e dinâmico do setor eólico muito se deve à combinação dos ventos alísios de leste e as brisas terrestres e marinhas que incidem sobre o território brasileiro. Estes fenômenos de circulação atmosférica, juntos, provocam ventos persistentes que chegam a atingir de 5 m/s a 7,5 m/s nos litorais do Amapá e Pará (norte da Bacia Amazônica), e ventos ainda mais velozes de 6 m/s a 9 m/s nos litorais Nordestinos do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Esta particularidade da Zona Litorânea Norte-Nordeste acontece, por sua vez, em função da Depressão Equatorial estender-se de oeste a leste ao longo da região Norte do Brasil, o que induz os ventos a serem mais persistentes sobre estas regiões do território brasileiro<sup>5</sup>.

Diante desse cenário promissor para a energia eólica nessas áreas, o Nordeste vem se destacando no crescimento do setor eólico no Brasil. Em 2022, a região contribuiu com 90,3% da geração total do sistema, alcançando a marca de 70,48 TWh. Esse desempenho representa um aumento de 12% em relação a 2021, quando o Nordeste gerou 88,7% da energia eólica do país, totalizando 63,20 TWh.

Em virtude disso, o alto fator de capacidade de geração eólica do Nordeste impulsionado pelos seus bons ventos fez com que os quatro maiores produtores de energia eólica estejam nesta região, conforme pode ser observado na Figura 7.

<sup>5</sup> Vide ATLAS (2001).

**Figura 7 – Geração por estado brasileiro em 2022 (TWh).**



Fonte: ABEEÓLICA, 2022. Elaboração própria, 2023.

No que se refere a geração, a Bahia liderou nacionalmente a produção de energia eólica, contribuindo com 24,10 TWh de energia em 2022, o que representa 31,2% da produção total. Em segundo lugar aparece o Rio Grande do Norte com a geração de 23,16 TWh, representando 30% do país. Em seguida vem o Piauí com 10,25 TWh (13,3%) e o Ceará com 6,32 TWh (8,2%), respectivamente. O quinto lugar foi ocupado por um estado Sul-brasileiro, o Rio Grande do Sul, que produziu em 2022 um total de 5,39 TWh (7%). Em vista disso, ao todo esses cinco estados contribuíram com aproximadamente 90% da geração eólica do Brasil neste mesmo ano, sendo considerados os principais mercados brasileiros para a geração eólica.

Vale ressaltar ainda que o Brasil terminou 2022 com recorde nas instalações de nova capacidade eólica, somando-se 109 novos parques eólicos ao país neste mesmo ano. Diante disso, os estados contemplados com os novos empreendimentos eólicos em 2022 foram a Bahia com 52 novos parques, seguida do Rio Grande do Norte com 26 usinas eólicas, o Piauí com 24, Pernambuco com 4, Paraíba com 2 e o Ceará com 1 parque eólico, respectivamente, o que em muito contribuiu para o avanço do setor nesses estados do nordeste e no país<sup>6</sup>.

Essa ascensão da energia eólica no Brasil está intrinsecamente ligada aos princípios do desenvolvimento sustentável, embora ocorra algumas externalidades negativas<sup>7</sup>. A expansão significativa da capacidade eólica no país não apenas diversifica a matriz energética, reduzindo a dependência de fontes não renováveis, mas também contribui significativamente para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Os fortes ventos que caracterizam regiões como o Nordeste brasileiro, propícios para a instalação de parques eólicos, destacam a utilização eficiente dos recursos naturais. Além de promover a segurança energética e a estabilidade econômica, a energia eólica no Brasil estimula a inovação e a criação de empregos em setores relacionados, consolidando-se como um vetor de crescimento econômico sustentável.

Portanto, a integração estratégica da energia eólica no panorama energético do país não apenas atende às necessidades presentes de eletricidade, mas também representa um compromisso essencial com as gerações futuras, contribuindo para um futuro mais sustentável e equitativo, como requerido por Furtado (1974).

<sup>6</sup> Dados da ABEEÓLICA (2022).

<sup>7</sup> Vide Traldi e Moyses (2023) sobre os impactos negativos da geração de energia eólica.

## 5. Considerações Finais

Diante do exposto, o setor de energia eólica tem apresentado crescimento positivo na capacidade global total instalada e no aumento da capacidade de geração de energia ao longo dos anos em todo o mundo. Porém, apesar de todo o avanço, a matriz energética mundial ainda se constitui basicamente por fontes não renováveis, o que significa, a uma participação de aproximadamente 71% dos combustíveis fósseis na geração de energia elétrica global. Neste cenário, o segmento eólico, ainda que tenha apresentado crescimento, ocupava o quinto lugar na produção de energia da matriz energética mundial em 2020 com 5,96% de contribuição, sendo a China dominante na produção de energia de base eólica *onshore* e *offshore* em 40% e 49%, respectivamente.

Em contrapartida, no que se refere a matriz elétrica brasileira, as fontes renováveis de energia se destacam como a base da produção de energia elétrica no país, representando 83,46% da geração em 2022. O setor eólico, por sua vez, ocupou o segundo lugar na produção de energia neste mesmo ano, com a geração de 13,44%, o que manteve sua posição consistente como um dos setores de geração de energia mais fortes do Brasil, ficando atrás somente da fonte hidrelétrica que é dominante e fornece aproximadamente 54% da energia gerada no país. A disponibilidade de fontes renováveis no Brasil é algo certamente único no mundo, especialmente o segmento eólico e hidrelétrico, o que o torna um país rico em potencial de suporte às questões socioambientais e no fortalecimento da transição energética mundial. Diante disso, o Nordeste tem liderado significativamente a produção nacional de energia eólica, sendo a Bahia e o Rio Grande do Norte os estados com maior capacidade produtiva em 2022, produzindo 31,2% e 30% da energia gerada no país neste ano, respectivamente.

Em vista disso, cabe ressaltar, portanto, que as fontes de energia renováveis e/ou alternativas ainda necessitam de mais participação na matriz energética mundial, de modo a promover segurança energética e reduzir os impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis. A energia eólica, por sua vez, tem potencial de avançar ainda mais e contribuir para a segurança energética sustentável, para a redução de emissão de poluentes atmosféricos e lutar contra os efeitos do aquecimento global. Por este motivo, as perspectivas do mercado eólico são bastante promissoras, o que, aliado a incentivos governamentais, tornam-se uma alternativa viável à descarbonização e transição para energias limpas, uma vez que somente um país não consegue sozinho, é preciso uma ação conjunta entre todas as nações para atingir tais metas.

## REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2012**. 2012. Disponível em: [https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/03/Boletim\\_anual\\_de\\_geracao\\_eolica\\_2012.pdf](https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/03/Boletim_anual_de_geracao_eolica_2012.pdf). Acesso em: 27 dez. 2023.

ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2017**. 2017. Disponível em: [https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/03/424\\_Boletim\\_Anuual\\_de\\_Geracao\\_Eolica\\_2017\\_FINAL.pdf](https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/03/424_Boletim_Anuual_de_Geracao_Eolica_2017_FINAL.pdf). Acesso em: 27 dez. 2023.

ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual 2022**. 2022. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/06/Boletim-de-Geracao-Eolica-2022.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2023.

ABEEÓLICA (Brasil). **O Setor**: Desenvolvimento da eólica no Brasil. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/o-setor/>. Acesso em: 20 dez. 2023.

ALMEIDA, L. T. Economia verde: a reiteração de ideias à espera de ações. *Revista Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, p. 93-104, 2012.

ALVES, Anelisiane Maria. **Desenvolvimento de um aplicativo computacional para dimensionamento técnico e econômico de biodigestores tipo tubular**. 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação de Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

ALVES, Jose Jakson Amancio. Análise regional da energia eólica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 6, n. 1, 2010.

ALVES, Jose Jakson Amancio. **Estimativa da potência, perspectiva e sustentabilidade da energia eólica no estado do Ceará**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

AMARANTE, Odilon A. Camargo do; BROWER, Michael; ZACK, John; DE SÁ, Antonio Leite. **Atlas do potencial eólico brasileiro**, Brasília: MME – Ministério das Minas e Energia / ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras, 2001.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2005. 243 p.

BALLESTERO, M. H. Economía ambiental y economía ecológica: um balance crítico de su relación. **Economía y Sociedad**. Costa Rica, v. 13, n. 33-34, p. 55-65, 2008.

BARROSO, L. L., OLIVEIRA, M., GALVÃO, M. E. M., DE JESUS SILVA, G., CUNHA, D., DOS SANTOS SILVA, L., ... & DE CASTRO SILVA, J. A. (2022). Aspectos gerais sobre a viabilidade de instalação de Energia Eólica no Brasil. *Research, Society and Development*, 11(9).

BRASIL. **Lei Nº10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) [...]. Brasília, DF, 2002. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110438.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110438.htm). Acesso em: 08 dez. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 24, de 05 de julho de 2001**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/Resolu%C3%A7%C3%A3o/RES24-01.htm](https://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Resolu%C3%A7%C3%A3o/RES24-01.htm). Acesso em: 08 dez. 2023.

BURTON, Tony; SHARPE, David; JENKINS, Nick; BOSSANYI, Ervin. **Wind Energy Handbook**. Chichester: John Wiley & Sons, 2001.

CASTRO, Nivalde de; LIMA, Antônio; HIDD, Gabriel; VARDIERO, Pedro. **Perspectivas da Energia Eólica offshore**. Agência Canal Energia. Rio de Janeiro, 06 de agosto de 2018.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Revista Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 53-68, 2010.



CECHIN, A.; PACINI, H. Economia verde: porque o otimismo deve ser aliado ao ceticismo da razão. **Revista Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 121-135, 2012.

COSTA, Rafael Alves da; CASOTTI, Bruna Pretti; AZEVEDO, Rodrigo Luiz Sias de. **Um panorama da indústria de bens de capital relacionados à energia eólica**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior: BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 229-278, mar. 2009.

DALY, H. E. Crescimento Sustentável? Não obrigado. **Ambiente e Sociedade**, v. 7, n. 02, p. 197- 201, 2004.

DINIZ, E. M.; BERMANN, C. Economia Verde e Sustentabilidade. **Revista Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 323-330, 2012.

DUTRA, Ricardo (org.). **Energia eólica: princípios e tecnologia**. Rio de Janeiro: CRESESB, 2008.

ENEL GREEN POWER. **Eólica offshore: quando a energia eólica vem do mar**. quando a energia eólica vem do mar. Disponível em: <https://www.enelgreenpower.com/pt/learning-hub/energias-renoveveis/energia-eolica/parque-e%C3%B3lico-offshore>. Acesso em: 18 dez. 2023.

ENERGÊS. **História da energia eólica**. 2020. Disponível em: <https://energes.com.br/historia-da-energia-eolica/#:~:text=A%20energia%20e%C3%B3lica%20%C3%A9%20conhecida,mercadorias%20em%20barcos%20a%20vela.>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

FURTADO, C. O mito do desenvolvimento econômico. 2. ed. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, 1974.

GEORGESCU-ROEGEN, N. The entropy law and the economic process. Cambridge, Mass, EUA: **Harvard University Press**, 1971.

GOUVÊA, Renato Luiz Proença de; SILVA, Paulo Azzi da. Desenvolvimento do setor eólico no Brasil. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v.25, n.49, p. 81-118, jun. 2018.

GWEC – GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **ANNUAL MARKET UPDATE 2017 - GLOBAL WIND REPORT**. 2017. Disponível em: [https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/11/GWEC\\_Global\\_Wind\\_2017\\_Report.pdf](https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/11/GWEC_Global_Wind_2017_Report.pdf). 31 nov. 2023.

GWEC – GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **GLOBAL WIND REPORT 2023**. 2023. Disponível em: <https://gwec.net/globalwindreport2023/>. Acesso em: 02 nov. 2023.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Navegador de dados de estatísticas de energia**. 2022. Disponível em: < <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource> >. Acesso em: 08 nov. 2023.

JÚNIOR, P. T., & MOREIRA, C. A. L. (2020). O programa de incentivo às energias renováveis no Brasil (PROINFA) e a sua relação com a sustentabilidade: um estudo sobre a política

energética brasileira sob a ótica neoliberal neoextrativista. *Brazilian Journal of Development*, 6(3).

LETCHER, Trevor (Ed.). **Wind energy engineering: a handbook for onshore and offshore wind turbines**. Elsevier, 2023.

KRELL, A. J., & DE CASTRO, C. B. (2020). A sustentabilidade da matriz energética brasileira: o marco regulatório das energias renováveis e o princípio do desenvolvimento sustentável. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, 11(2), 157-188.

KRUGMAN, P. **“Differences in income elasticities and trends in real exchange rates”**. Working Paper, N. 2761, 1988.

MACEDO, Luziene Dantas de. O estado da arte da geração de energia eólica no mundo: apresentação e discussão. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, Vitória da Conquista, v. 13, n. 21, p. 133-149, 26 jul. 2017.

MARTINS, F.R.; GUARNIERI, R.A.; PEREIRA, E.B.. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 1304.1-1304.13, 2008. FapUNIFESP (SciELO).

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE (Rio de Janeiro). **Parque Eólico de Taíba**. 2018. Disponível em: <https://www.memoriadaeletricidade.com.br/acervo/31266/parque-eolico-de-taiba>. Acesso em: 04 dez. 2023.

MOREIRA, Roseilda Nunes; VIDAL, Francisco Antônio Barbosa; VIANA, Andson Freitas; OLIVEIRA, Daniele Adelaide Brandão de. Energia Eólica no Quintal da Nossa Casa?! Percepção Ambiental dos Impactos Sociambientais na Instalação e Operação de uma Usina na Comunidade de Sítio do Cumbe em Aracati-CE. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 45–73, 2013.

NASCIMENTO, Raphael Santos do; SILVA, Cicero Andre Gerônimo da. **Parâmetros da energia eólica no Brasil e no mundo**. Revisão Uningá Review, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 154-157, 2016.

NEOENERGIA (Brasil). **A história da energia eólica**. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/en/w/a-historia-da-energia-eolica>. Acesso em: 10 dez. 2023.

PEARCE, D.; TURNER, R. *Economía delos Recursos Naturales y del MedioAmbiente*. 2º ed. Madri: Celeste, 1995.

POWER TECHNOLOGY. **Círculo completo: descomissionamento do primeiro parque eólico offshore**. 2017. Disponível em: <https://www.power-technology.com/features/full-circle-decommissioning-first-ever-offshore-windfarm/?cf-view>. Acesso em: 07 dez. 2023.

SCHMITZ, A. P.; BITTENCOURT, M. V. L. Crescimento econômico e pressão sobre recursos hídricos. **Revista Estudos Econômicos**, v. 47, n. 2, p. 329-363, 2017.

SILVA, Neilton Fidelis da. **Energias Renováveis na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: o caso da energia eólica**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2015. 248 p.

SILVA, Neilton Fidelis da. **Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica.** 2006. 263 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutor em Ciências em Planejamento Energético, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, J. A. (2023). Energia Eólica no Brasil: Avanços e Desafios. *Princípios*, 42(167), 179-202.

SILVA, S. S. F., ALVES, A. C., & RAMALHO, Â. M. C. (2020). Energia eólica e complementaridade energética: estratégia e desafio para o desenvolvimento sustentável na região nordeste do Brasil. *Qualitas Revista Eletrônica*, 19(3), 53-72.

SIMAS, Moana Silva. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil:** Estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada. 2012. 220f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TRALDI, M., & MOYSÉS R. A. (2023). O duplo caráter da despossessão na produção de energia eólica no semiárido brasileiro. *Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica*.

VICHI, Flavio Maron; MANSOR, Maria Teresa Castilho. **Energia, meio ambiente e economia: o brasil no contexto mundial.** Química Nova, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.