



Open Access

<https://doi.org/10.15210/cedepem.v4i1.30913>

Revista  
**CEDEPEM**

ISSN: 2763-8111

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA POLÍTICA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

## **Energias Renováveis no Brasil: É a Energia Eólica uma Opção para a Garantia da Segurança Energética?**

*Renewable Energy in Brazil: is Wind Energy an Option for Ensuring Energy Security?*

**Josieli Santini** (<https://orcid.org/0000-0003-1178-9898>)

<http://lattes.cnpq.br/9858187881897515>

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança, Universidade Federal Fluminense (PPGEST/Inest/UFF). Pesquisadora do Centro de Estudos Estratégicos e Planejamento Espacial Marinho (CEDEPEM/UFPe/UFF). Bolsista CAPES.

E-mail: [jsantini@id.uff.br](mailto:jsantini@id.uff.br).

**Luiz Pedone** (<https://orcid.org/0000-0002-4591-4258>)

<http://lattes.cnpq.br/7843349397084641>

Professor de Políticas Públicas e Relações Internacionais, Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança, Universidade Federal Fluminense (PPGEST//UFF). Coordenador do Centro de Estudos sobre China Contemporânea e Ásia (CEA/NEA/UFF).

E-mail: [luizpedone@id.uff.br](mailto:luizpedone@id.uff.br).

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo discutir a participação da fonte eólica na matriz energética e elétrica brasileira em termos de segurança energética. A pergunta que norteia esse estudo é: a energia eólica é uma opção acessível para garantir a segurança energética no Brasil? Em um cenário onde emergências ambientais, resultado da crescente exploração e degradação ambiental, têm sido cada vez mais recorrentes, a manutenção do equilíbrio entre meio ambiente e acesso à energia a preços justos para a população é imperativo para o desenvolvimento sustentável. Por isso, apesar de tratar de conceitos diferentes, é necessário aproximar e relacionar a segurança ambiental e a segurança energética. Dado o esgotamento dos grandes empreendimentos hidrelétricos, as novas renováveis chamam a atenção. A competitividade da fonte eólica, tanto onshore – que já possui cadeia produtiva consolidada no Brasil – quanto offshore – cuja indústria precisa ser fomentada, visto a complexidade das tecnologias que espaços marinhos demandam – estão aumentando e essas fontes podem se tornar predominantes dentro de alguns anos.

**Palavras-chave:** Segurança Energética; Energia Eólica; China; Brasil.



Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0. Qualquer reprodução deste material, total ou parcial, deve citar a fonte.

**Abstract:** This article aims to discuss the participation of wind power in the Brazilian energy and electricity matrix in terms of energy security. The guiding question of this study is: Is wind energy an accessible option for guaranteeing energy security in Brazil? In a scenario where environmental emergencies, resulting from increasing exploitation and environmental degradation, have become increasingly recurrent, maintaining the balance between the environment and access to energy at fair prices for the population is imperative for sustainable development. Therefore, although dealing with distinct concepts, it is necessary to approximate and relate environmental security and energy security. Given the depletion of large hydroelectric projects, new renewables are garnering attention. The competitiveness of wind power, both onshore – which already possesses a consolidated production chain in Brazil – and offshore – whose industry requires fostering given the complexity of technologies demanded by marine spaces – is increasing, and these sources may become predominant within a few years.

**Keywords:** Energy Security; Wind Energy; China; Brazil.

## Introdução

Este artigo tem como objetivo discutir a participação da fonte eólica na matriz energética e elétrica brasileira em termos de segurança energética. A pergunta que norteia esse estudo é: a energia eólica é uma opção acessível para garantir a segurança energética no Brasil? Em um cenário onde emergências ambientais, resultado da crescente exploração e degradação ambiental, têm sido cada vez mais recorrentes, a manutenção do equilíbrio entre meio ambiente e acesso à energia a preços justos para a população é imperativo para o desenvolvimento sustentável. Por isso, apesar de tratar de conceitos diferentes, é necessário aproximar e relacionar a segurança ambiental e a segurança energética.

Na primeira seção, serão revisitados os conceitos de segurança ambiental e segurança energética e a securitização do meio ambiente como um fator que coloca em pauta o meio ambiente como uma ameaça à segurança. Ao mesmo tempo, a participação do setor energético, que contribui com, ao menos, 70% das emissões de gases de efeito estufa (GEE), expõe as relações de produção e consumo, que, por sua vez, são consequência do sistema energético baseado na exploração de combustíveis fósseis (Martínez-Gonzales, 2020, s/p). Apesar da preocupação ambiental, a segurança energética tende a ser vista muito mais a partir do desenvolvimento econômico do que pela ótica da preservação ambiental ou do bem-estar social.

Na segunda seção, o debate envolve as transições energéticas e a posição do Brasil no cenário das energias renováveis. Projetos estratégicos que tiveram como foco a construção de grandes hidrelétricas, atrelados à disposição de recursos naturais, deram início ao protagonismo brasileiro no setor energético. Por isso, ao tratar de transições energéticas, o plural é mais adequado: ao mesmo tempo em que países buscam a independência energética tendo como base uma matriz composta pelo carvão ou pelo petróleo, há países, como é o caso do Brasil, que partem de uma matriz energética mais renovável do que a média mundial para uma diversificação de fontes. Em última instância, entre esses dois cenários, 76% da população ainda vive sem acesso à energia (IEA, 2022, p. 26).

Por fim, na terceira seção, além de um panorama do crescimento da fonte eólica no mundo e, em particular, no Brasil, dados referentes ao avanço recente no país serão discutidos. Mais da metade da distribuição de energia elétrica se dá a partir das hidrelétricas, no entanto, uma expansão demanda grandes projetos e custos ambientais. O esgotamento das hidrelétricas, nesse sentido, é uma realidade. Por isso, a fonte eólica, assim como a solar, pode se tornar uma opção para o aumento da oferta, tendo em vista o incentivo à eólica onshore e a dimensão do espaço marinho, que tem potencial para o crescimento offshore da matriz elétrica brasileira. O Brasil viu um salto na oferta de energia em 2023, o que indica que o caminho para a segurança energética está cada vez mais próximo das novas renováveis.

## **Segurança Energética e a Securitização do Meio Ambiente: da teoria à prática**

Tanto o conceito de segurança ambiental como o de segurança energética, assim como a ideia "tradicional" de segurança, são amplos e, muitas vezes, carecem de um significado padrão. Mesmo que seja debatido a fim de encontrar uma definição comum, a dificuldade envolvendo o termo atravessa a essência da palavra: segurança é um estado que se relaciona com a ausência de ameaças. Pressupõe-se, portanto, que a vertente subjetiva prevaleça sobre qualquer objetividade dado que segurança depende de quem, para quem e em qual contexto é inserida. Nas próximas seções, a relação entre segurança e meio ambiente e energia e o processo de securitização, importante para a formação das agendas ambiental e energética, será discutida do ponto de vista teórico.

## **A Conceituação Teórica de Segurança Ambiental e Segurança Energética**

Segurança ambiental e segurança energética, apesar de possuírem a mesma indefinição conceitual que rodeia o termo, não dizem respeito ao mesmo conteúdo. Apesar disso, a relação entre energia e meio ambiente é clara: o setor energético acumula protagonismo quando o assunto é emissão de gases de efeito estufa, apesar do crescimento das energias limpas (IEA, 2023, p. 9). Podemos, inclusive, dizer que um dos requisitos para a segurança ambiental é o acesso à energia limpa, renovável, confiável e com um preço acessível a todos (ODS 7), com foco na redução das emissões de carbono na atmosfera. Essa ideia, em última instância, diz respeito a uma consequência desejável tendo em vista a segurança ambiental.

As raízes da insegurança ambiental estão atreladas, principalmente, às dinâmicas de expansão do capitalismo. A relação produção-consumo, portanto, segundo López-Vallejo (2020, p. s/p), é a origem das consequências do estado de insegurança que indivíduos possuem em relação ao ambiente em que vivem. Isso quer dizer que a produção e a oferta, que acompanham uma demanda crescente por bens e serviços, pressionam a capacidade que o planeta tem de reencontrar o equilíbrio ambiental. Sob outro ponto de vista, o esgotamento de recursos naturais na era do Antropoceno – caracterizada pela modificação do meio ambiente a partir da ação humana (Riojas Rodríguez; Sosa Alvarado, 2020, s/p), comprometendo a estabilidade – exige que conceitos como segurança e ameaça sejam atualizados.

A segurança energética adquiriu diversos significados durante os anos. O conceito dominante reflete a segurança em termos energéticos como a capacidade que um país tem de reduzir as vulnerabilidades diante da possibilidade de interrupção dos fluxos energéticos ou mudanças no nível de preço de mercado (Nina, 2020, p. 27). Pode se dizer que, explicitamente, ele adquire uma conotação econômica, quando a constância na oferta é posta como requisito para o estado de segurança. Implicitamente, por outro lado, o que está em jogo é a autonomia dos países em sentido político, ou seja, “a liberdade para fazer escolhas, para tomar decisões, independentemente das ideias, influências, interesses, pareceres ou intenção de outrem” (Gonçalves, 2017, p. 2).

Se, na metade do século XX, a exploração de petróleo era o imperativo para a segurança dos países, no século XXI, ele passa a ser a diversificação da matriz energética. Uma das vantagens das fontes renováveis, a propósito, é a disposição geográfica dos recursos. Enquanto os combustíveis fósseis, como o petróleo, não estão distribuídos igualmente entre todos os países, recursos como água e ar estão relativamente mais acessíveis. O petróleo, inclusive, passou a ser visto com foco militar, uma vez que foi usado como arma, dada a exclusividade da exploração por alguns poucos países, a dizer, os membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Martínez González, 2020, s/p).

### **Securitização do Meio Ambiente como Estopim para a Transição Energética de Baixo Carbono**

A ampliação do conceito de segurança, cujo foco convencional é no Estado e em questões militares, pode ser considerada uma resposta tanto à limitação das teorias tradicionais como às transformações internacionais. As prioridades de segurança, nesse sentido, para além dos preceitos realistas, passam a ser questões alheias ao âmbito militar, ou seja, que englobam, por exemplo, o combate às drogas e o meio ambiente (Nina, 2020, p. 61). Partindo da abordagem construtivista, qualquer problema pode ser considerado uma questão de segurança, desde que securitizado. Em outras palavras, securitização diz respeito à apresentação de algo como uma ameaça existencial ao Estado, requerendo, portanto, medidas emergenciais que são justificadas por meio de ações no âmbito político, militar e econômico (Buzan; Wreaver; de Wilde, 1998, p. 24).

As prioridades de segurança, de acordo com Nina, tendem a ser socialmente construídas a partir de discursos e compartilhamento de ideias e valores (Nina, 2020, p. 62). Se padrões elevados de consumo de energia são, por um lado, motor para o desenvolvimento, por outro, são responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa e aquecimento global e, se caracterizados como problema de segurança, formarão a agenda internacional e serão enfrentados. A concretização das ameaças, segundo Yergin (2022, p. 345), em certo ponto passa a ser refletida no vocabulário dos líderes e da sociedade uma vez que o “aquecimento global” é potencializado e torna-se “emergência climática” ou, mais extremo ainda, “catástrofe climática”.

O movimento de securitização pode ser analisado por meio de discursos, documentos, políticas e discussões que levam ao enfrentamento concreto de determinadas questões. No caso do meio ambiente, não somente autoridades estatais, mas também organizações internacionais são agentes securitizadores. O Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, por exemplo, declarou as mudanças climáticas como parte das ameaças à segurança nacional no século XXI (López-Vallejo, 2020, s/p). Por outro lado, no âmbito das Nações Unidas, entre os anos 2000 e 2015, além de discursos, dois documentos relacionados às questões ambientais foram publicados: a Agenda 21 e a Agenda 2030. Esta, com objetivos e metas amplas, busca no tripé do desenvolvimento sustentável – economia, meio ambiente e sociedade – o enfrentamento das emergências ambientais.

A securitização do meio ambiente e de bens energéticos deve ser compreendida tendo em vista contextos sociopolíticos e econômicos que impactam a construção das ameaças. Assim como, em 1979, o presidente Carter securitizou o petróleo em meio ao contexto da crise dos anos 1970, ao afirmar que o petróleo era um bem vital e que os Estados Unidos da América empregariam os meios necessários para garantir o fornecimento, a transição para recursos renováveis como forma principal de geração de energia não está à margem de fatores políticos, econômicos e culturais que se relacionam com os interesses dos atores (Martínez González, 2020, s/p). O efeito contrário, ou seja, a “dessecuritização”, também pode ocorrer e o exemplo mais emblemático foi o negacionismo ambiental do ex-presidente Donald Trump<sup>1</sup>, que teve como consequência a denúncia dos EUA aos Acordos de Paris.

A invasão russa à Ucrânia, segundo Yergin, acentua uma crise energética que teve início com a pandemia de Covid-19 e que causa distorções no mercado energético (Yergin, 2022, p. 10). As discussões na União Europeia sobre a questão energética, a propósito, estão em pauta. O cenário energético é caracterizado, além da dependência do gás russo, pela crescente demanda (Fuser, 2013, p. 73). Com o conflito militar na Ucrânia, os países do bloco buscam reduzir a dependência, inclusive como forma de retaliação, e reformular a política energética. Com isso, as discussões sobre construção de gasodutos que ligam a União Europeia à Rússia têm sido substituídas pela

---

<sup>1</sup> As grandes empresas de petróleo, como Exxon e Chevron, inclusive, serão beneficiadas em caso de vitória do ex-presidente dos EUA nas eleições presidenciais, em 2024. Em troca de financiamento para a campanha, medidas em torno das energias renováveis e dos veículos elétricos, por exemplo, podem ser revogadas. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/politics/2024/05/09/trump-oil-industry-campaign-money/>. Acesso em 24 jun. 2024.

possibilidade de novas formas de geração de energia serem, estrategicamente, incorporadas à matriz energética. A materialização dessa política é encontrada no *REPowerEU Plan*<sup>2</sup>, um plano lançado em maio de 2022 cujo objetivo é buscar a autossuficiência energética.

## **Transições Energéticas e Energias Renováveis:**

### **o Brasil na vanguarda da descarbonização da matriz energética**

A discussão sobre transições energéticas envolve, primeiramente, questões relacionadas ao desenvolvimento dos países. Em geral, maiores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), por exemplo, estão associados a maior consumo energético, assim como baixos indicadores econômicos e sociais estão presentes em países cujo acesso à energia é escasso (Nina, 2023, p. 16). A primeira transição energética teve início na Grã-Bretanha e foi marcada pela substituição da madeira pelo carvão, que não se consolidou até 1900, quando passou a cobrir metade da demanda de energia mundial (Yergin, 2023, p. 340). Por outro lado, o foco nas energias renováveis surgiu após as crises do petróleo e evidenciou a fragilidade desse mercado e o perigo da falta de diversificação das matrizes energéticas.

## **Transições Energéticas:**

### **do carvão ao petróleo, do petróleo às fontes renováveis**

A descoberta e a evolução de novas fontes de energia são responsáveis, em grande medida, pela forma como a sociedade, a economia e as relações de poder são conhecidas. O desenvolvimento econômico foi acompanhado, lado a lado, por mudanças nas matrizes energéticas nacionais. Destaca-se a Revolução Industrial, levada a cabo, no seu auge, pelo carvão. Da mesma forma, o petróleo foi o motor das transformações econômicas no século XX. Atrelada à exploração e à crescente demanda por combustíveis fósseis, o mundo se depara, no século XXI, com níveis alarmantes de emissões de carbono na atmosfera, com o aquecimento global e com as emergências climáticas, resultantes de ações antropogênicas.

---

<sup>2</sup> Maiores informações sobre o *REPowerEU Plan* podem ser encontradas em [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\\_en#documents](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en#documents). Acesso em 29 jul. 2023.

Transições energéticas, de acordo com Yergin (2022, p. 10), não são processos que acontecem rapidamente. O petróleo, por exemplo, foi descoberto nos Estados Unidos da América em 1859, mas foi apenas na segunda metade do século XX que os números referentes ao consumo do carvão foram superados (*Ibidem*). Nesse sentido, no século XXI, concomitantemente a uma urgência pela redução de emissões de carbono, pode ser visto o crescimento das fontes renováveis, como a eólica e a solar, e por uma “transição energética que substitua os combustíveis fósseis por novas fontes de energia que sejam ‘limpas e renováveis’” (Fiori, 2023, p. 69).

O objetivo da transição energética atual, além de incorporar novas fontes de energia, é mudar a fundação do que hoje é um mercado que movimenta trilhões de dólares (Yergin, 2022, p. 11) e que é baseado na exploração, principalmente, de combustíveis fósseis. Algumas questões, no entanto, como a justiça energética, ou seja, energia a preços justos e acessíveis, disfunções econômicas envolvendo oferta e demanda de energia, a divisão desigual entre norte e sul do globo e a crescente demanda por minerais — componentes essenciais para a indústria de painéis solares e aerogeradores, desafiam a velocidade da transição (*Ibidem*, p. 13). Apesar da expectativa sobre o aumento da competitividade das novas renováveis, os custos ainda são elevados, tendo em vista que grande parte da população ainda não tem acesso à energia nos moldes tradicionais.

Da mesma forma, na transição energética do século XXI, no caso do Brasil, os incentivos e atenções se voltam para as novas renováveis. Esse movimento é uma resposta às emergências climáticas, que colocam em xeque a distribuição elétrica da principal fonte renovável do país, que compõe 60% da matriz elétrica: as hidrelétricas. As emergências ambientais, como as secas na metade norte do país, prejudicam o nível dos reservatórios de água, comprometem a eficiência das usinas e demandam uma nova abordagem política no que se refere aos projetos energéticos.

O Brasil situa-se numa posição privilegiada, tendo em vista que possui não só uma das matrizes mais renováveis do mundo, mas também abundância em recursos naturais. No entanto, a empreitada pode causar novas dependências, uma vez que a maioria dos componentes dos aerogeradores e dos painéis fotovoltaicos, na ausência de investimento e expertise produtiva no Brasil, são produzidos na China e na Europa. Além disso, na sua composição são necessários minerais críticos que tendem ao monopólio chinês por

conta da sua localização concentrada (Gaspar Filho; Santos, 2022, p. 15). Para o crescimento das fontes eólica e solar, portanto, minerais críticos se tornam um condicionante do seu êxito. Isso nos traz de volta à exploração, desta vez, de minerais finitos e uma nova gama de impactos ambientais, além de ponderações e questionamentos quanto à eficácia a longo prazo da transição energética limpa.

### **Breve Histórico sobre as Energias Renováveis no Brasil: da hidroeletricidade e dos biocombustíveis ao avanço das novas renováveis**

O setor energético esteve direta e indiretamente relacionado às políticas e ao planejamento estratégico do Brasil. Portanto, foram lançados ambiciosos programas para a construção de usinas hidrelétricas, incentivo à energia nuclear e indústria petrolífera e dos biocombustíveis, como o etanol (Vizentini, 1998-1999, p. 7). Um destaque no contexto energético foi o II Plano Nacional de Desenvolvimento, lançado em 1974. A ideia era aprofundar o processo de substituição de importações e tornar o Brasil autossuficiente em insumos básicos e em energia (*Ibidem*). A diversificação da matriz energética, aliada à segurança e à autonomia eram o objetivo principal no setor energético daquela época (Nina, 2023, p. 79).

Além da prevalência da fonte hidráulica, o Brasil conta com a participação das fontes eólica e solar, também denominadas de novas renováveis, e com a biomassa advinda da cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar, também incentivada a partir do Programa Nacional do Alcool durante as crises do petróleo, foi responsável por substituir parcialmente o consumo do combustível no Brasil. A matriz elétrica brasileira conta com uma participação de 80% de fontes renováveis por conta da geração de eletricidade advinda das hidrelétricas, responsáveis por 103,2 GW, que corresponde a 53,5% do total produzido.

O Brasil, portanto, ocupa um lugar de destaque, principalmente se comparado à média mundial, que utiliza apenas 28% de fontes renováveis para a geração de energia elétrica. Quanto às novas renováveis, o Programa de Incentivo às Fontes Renováveis de Energia Elétrica, de 2001, que teve como objetivo aumentar a oferta de pequenas centrais hidrelétricas, da biomassa e de empreendimentos eólicos, foi a política que inaugurou o

incentivo à fonte eólica (Barbosa, 2018, p. 7). Desde então, os complexos eólicos onshore se tornaram responsáveis pela geração de 28,67 GW, o que corresponde a uma participação de 14,45% na matriz elétrica brasileira (ANEEL, 2024a, s/p). Quanto à eólica offshore, até o momento, os projetos passam pela fase de licenciamento ambiental no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). As fontes renováveis correspondem a 84,11% da geração elétrica, o que caracteriza o Brasil como um dos países com a matriz elétrica mais renovável do mundo.

O avanço na energia eólica, além disso, contribui para a substituição dos combustíveis fósseis. Nesse sentido, o incremento dessa fonte na matriz elétrica abre novos caminhos por conta da possibilidade de produção de hidrogênio verde, combustível com potencial econômico e que vem despontando como possível substituto do petróleo. Politicamente, já existe a movimentação para a regulamentação do hidrogênio verde, considerado o combustível do futuro: o marco legal do hidrogênio de baixo carbono segue em discussão na Câmara dos Deputados. O hidrogênio verde disponibiliza hoje 2% do total da energia consumida, mas a União Europeia antecipa que ele deve providenciar até 25% do total da energia até 2050 (Yergin, 2022, p. 10).

## **Panorama Geral da Energia Eólica no Cenário de Transição Energética**

A transição energética precisa ser vista para além da segurança energética. Isso quer dizer que mudanças nos padrões de geração de eletricidade e do consumo de combustíveis fósseis, por exemplo, deve levar em consideração, entre outros, o contexto social. De fato, a busca por fontes que reduzem o impacto das necessidades humanas sobre o meio ambiente, são mais eficientes e reduzem a dependência econômica pelos combustíveis fósseis tem sido considerada primordial. No entanto, atrelar a justiça social à energética é imperativo quando o assunto é o enfrentamento integrado das mudanças climáticas, tendo em vista que as fronteiras são diluídas e, portanto, qualquer população é potencialmente afetada pelos desequilíbrios ambientais. Nesse contexto, a energia eólica desponta como uma das protagonistas na guinada às energias limpas e renováveis e o Brasil tem investido na ampliação dessa fonte na matriz elétrica.

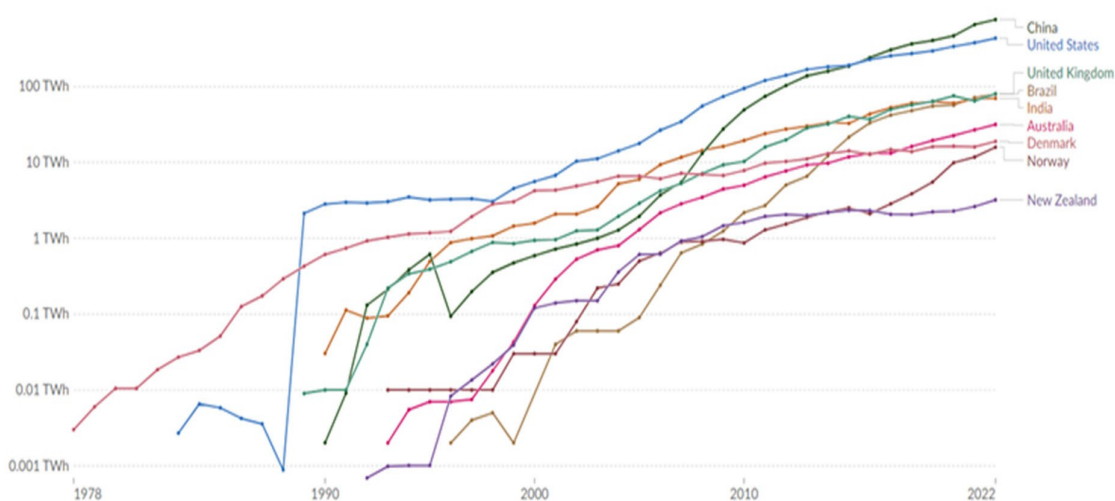
## **O Desenvolvimento da Energia Eólica no Mundo e no Brasil: novas fronteiras para a geração de energia**

O desenvolvimento da indústria eólica remonta ao século XX, mas é no século XXI que o crescimento real da fonte ocorre, impulsionado principalmente por inovações tecnológicas (Yergin, 2023, p. 386). A Dinamarca foi pioneira, em 1976, na comercialização de energia advinda de um aerogerador onshore (Bae, 2021, p. 5). No mesmo país, em 1991, houve a inauguração do primeiro parque eólico offshore (*Ibidem*, p. 10). A produção de energia eólica, que até 2022 era concentrada em países europeus, viu a liderança passar para o continente asiático, que concentra 46% da capacidade eólica mundial instalada (*The Energy Institute*, 2023, p. 49). Falar em energias renováveis é trazer a China para o contexto: o país ocupa a liderança em termos de potência instalada (Figura 1), apesar de ser dependente do carvão, e é um dos maiores produtores de componentes essenciais para as novas renováveis.

A primeira turbina eólica em águas chinesas foi instalada em 2007, enquanto a primeira fazenda foi comissionada em 2010 (GWEC, 2022, p. 79). Além disso, o país busca ampliar as fronteiras e investe em aerogeradores offshore. Entre políticas, estratégias e subsídios para a produção e consolidação do mercado das energias, o país cresceu não somente em termos de potência instalada, mas principalmente tecnologia e infraestrutura para suprir a demanda. A indústria evoluiu e vem desenvolvendo turbinas e equipamentos de ponta, o que acarreta na liderança das empresas chinesas na economia global (GWEC, 2023, p. 52). Esse resultado pode ser relacionado às políticas de Pequim, com destaque para a *Made in China 2025*. O plano, em vigor desde 2015, busca preparar a indústria chinesa para se tornar autossuficiente em termos de tecnologia avançada, incluindo as tecnologias verdes, e aumentar a competitividade do setor a nível internacional (Arbix et al, 2018, p. 158).

**Figura 1**

Capacidade de geração de energia eólica em Terawatt/hora.



Fonte: Ritchie e Rosado (2020)

O carvão, seguido do gás natural e da hidroeletricidade, ainda ocupa um lugar de destaque em termos de geração de eletricidade na matriz mundial. Enquanto 61% da matriz elétrica mundial é composta pelos combustíveis fósseis, as fontes renováveis ocupam 28%. As energias renováveis vêm numa crescente, principalmente no que tange à energia eólica e à solar. O aumento na competitividade das novas renováveis, inclusive, reduz os custos de instalação de complexos eólicos e solares. Em 2022, as fontes renováveis, com exceção da hidroeletricidade e da eólica offshore, tiveram redução do custo de geração de energia (Irena, 2023, p. 32). Quanto à eólica offshore, destaca-se o alto custo de manutenção, que tende a ser reduzido, e a incipiência da indústria de componentes dos aerogeradores, que se concentra na China.

### **O Setor Energético Brasileiro e o Vento como Novo Protagonista**

Os choques do petróleo, na década de 1970, ocupam um papel importante na tentativa de diversificação da matriz energética brasileira, principalmente com destaque para o desenvolvimento da energia nuclear, do gás natural e das fontes renováveis (Nina, 2020, p. 26-27). A partir dos anos 2000 e com o objetivo de diversificar a matriz elétrica nacional após sucessivas crises no abastecimento hídrico, resultantes, principalmente, de

fatores ambientais e ausência de planejamento, o Estado passou a incentivar, por meio do Programa de Incentivo às Fontes Renováveis de Energia Elétrica (Proinfa), a construção de pequenas unidades hidrelétricas e centrais eólicas onshore, localizadas majoritariamente no sul e no nordeste do país. O crescimento da fonte eólica foi impulsionado também por financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Por outro lado, a geração de energia offshore é algo recente e o primeiro marco legal regulamentando a cessão e uso do espaço marinho foi o Decreto 10.946/2022. Como consequência, o número dos pedidos com licenciamento ambiental em andamento no IBAMA para empreendimentos offshore aumentou consideravelmente no início de 2022 e até abril de 2024, sendo 97 propostas contabilizadas. O potencial previsto nos projetos corresponde a, aproximadamente, 234 GW e ultrapassa a capacidade total atualmente instalada para todas as fontes no Brasil (IBAMA, 2024, s/p). De acordo com Carvalho (2019, p. 219), a sinergia entre os setores petrolífero e o eólico offshore pode trazer benefícios tanto para as petroleiras quanto para os administradores dos empreendimentos eólicos, principalmente na redução dos custos e impactos ambientais.

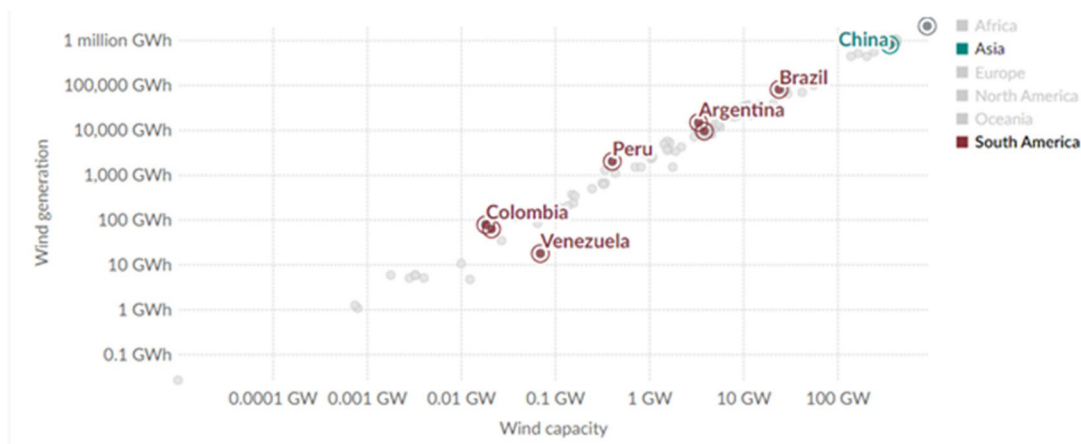
Em 2023, as fontes renováveis foram o destaque da matriz elétrica brasileira. Os 140 parques eólicos onshore que passaram a operar somaram 4,9 GW e corresponderam, portanto, a 47,65% da expansão da matriz (ANEEL, 2024b, s/p). O Brasil é o protagonista em relação aos países sul-americanos na oferta de energia eólica (Figura 2) e totaliza, levando em consideração todas as fontes, aproximadamente, 200 GW em potência instalada. Destes, os aerogeradores terrestres são responsáveis por 29,42 GW, que representam 14,21% da oferta (*Ibidem*). Se, por um lado, o que motivou a elaboração do Proinfa<sup>3</sup> foram crises na oferta elétrica (Bae, 2021, p. 34), por outro o crescimento do consumo elétrico também chama a atenção e justifica o planejamento e a expansão energética, por conta, principalmente, do desenvolvimento sustentável e das mudanças climáticas (MME, 2023, s/p).

---

<sup>3</sup> O Programa de Incentivo às Fontes Renováveis de Energia Elétrica, instituído pela Lei nº 10.438/2002, dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica no Brasil, com o objetivo de incentivar a construção de parques eólicos, pequenas centrais hidrelétricas e a biomassa. 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 22 jan. 2024

**Figura 2**

Capacidade de geração de energia eólica em Gigawatt/hora



Fonte: *The Energy Institute* (2023)

## Considerações Finais

Este artigo teve o propósito de discutir a participação da energia eólica na matriz energética e elétrica brasileira em termos de garantia da segurança energética. Por outro lado, não teve como objetivo esgotar o assunto ou entrar em questões institucionais que envolvem o sistema elétrico brasileiro. Por isso, na primeira seção, a interrelação e as diferenças envolvendo a segurança ambiental e a energética foram discutidas: energia é parte essencial quando o assunto é enfrentamento das mudanças climáticas e padrões de consumo de energia afetam diretamente a segurança ambiental. Na segunda seção, além de um panorama histórico sobre as transições energéticas, um contexto geral sobre as energias renováveis no Brasil foi traçado. Por fim, discutiu-se o surgimento da fonte eólica, o protagonismo chinês e a realidade do Brasil em termos de potência renovável instalada, tendo como base dados oficiais de agências brasileiras e internacionais.

A transição energética nos moldes do século XXI, ou seja, rumo à descarbonização da economia e da substituição gradual dos combustíveis fósseis, já teve início no Brasil no século XX. A partir de projetos estratégicos que visaram estruturar o setor energético, o foco voltou-se para a construção de grandes hidrelétricas, responsáveis hoje por 60% da

oferta de energia elétrica. Apesar de o país estar entre as matrizes mais renováveis do mundo, uma crise no setor elétrico no início dos anos 2000 pôs em xeque o protagonismo das hidrelétricas e escancarou a falta de planejamento energético. Por isso, por meio do PROINFA e da criação de entidades específicas, como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), buscou-se a diversificação da matriz brasileira a partir do incentivo a novas fontes, como a eólica.

De fato, em termos de potencial eólico, o Brasil é um dos destaques na América do Sul. A fonte eólica teve um crescimento considerável na oferta de eletricidade. Em 2023, os 140 parques eólicos onshore que começaram a operar foram responsáveis por uma expansão de 43,65% na matriz elétrica brasileira. Além disso, parques eólicos offshore são previstos e estão em fase de licenciamento ambiental pelo IBAMA. De acordo com as políticas adotadas desde os anos 2000, o país busca a diversificação da matriz energética e a redução da dependência do petróleo. Além disso, tendo em vista que usinas hidrelétricas demandam grandes áreas e são empreendimentos que impactam o meio ambiente, as atenções se voltaram para os complexos eólicos e as centrais solares.

Dado o esgotamento dos grandes empreendimentos hidrelétricos, as novas renováveis chamam a atenção. A competitividade da fonte eólica, tanto onshore – que já possui cadeia produtiva consolidada no Brasil – quanto offshore – cuja indústria precisa ser fomentada, visto a complexidade das tecnologias que espaços marinhos demandam – estão aumentando e essas fontes podem se tornar predominantes dentro de alguns anos. No Brasil, alguns são os empecilhos que envolvem o setor energético, principalmente em termos institucionais e estruturais, mas, tendo em vista o protagonismo nos últimos anos da fonte eólica na matriz energética, as novas renováveis podem ser opção para a manutenção da liderança do país em termos de oferta renovável de energia, além de garantir a segurança energética e ambiental, nacional e regionalmente.

## Referências

Arbix, G.; Miranda, Z.; Toledo, D.; Zancul, E. Made in China 2025 e Indústria 4.0: a difícil transição chinesa do catching up à economia puxada pela inovação. **Revista Tempo Social**, v. 30, n. 3, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/144303>. Acesso em 02 ago. 2023.



GWEC - Global Wind Energy Council. **Global Offshore Wind Report 2022**. 2022. Disponível em: [https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/06/GWEC-Offshore-2022\\_update.pdf](https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/06/GWEC-Offshore-2022_update.pdf). Acesso: 02 ago. 2023.

GWEC - Global Wind Energy Council. **Global Offshore Wind Report. 2023**. Disponível em: [https://gwec.net/wp-content/uploads/2023/03/GWR-2023\\_interactive.pdf](https://gwec.net/wp-content/uploads/2023/03/GWR-2023_interactive.pdf). Acesso em: 25 set. 2023.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Processos de Licenciamento Ambiental de Eólicas Offshore Abertos no IBAMA até 04 de Abril de 2024**. Disponível em: [https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/consultas/arquivos/20240507\\_Usinas\\_Eolicas\\_Offshore.pdf](https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/consultas/arquivos/20240507_Usinas_Eolicas_Offshore.pdf). Acesso em 18 jun. 2024.

IEA - International Energy Agency. **CO2 emissions in 2022: growth in emissions lower than feared**. 2023. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/3c8fa115-35c4-4474-b237-1b00424c8844/CO2Emissionsin2022.pdf>. Acesso em 14 jan. 2024.

IEA - International Energy Agency. **Tracking SDG7: the energy progress report 2022**. Washington DC: World Bank, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/tracking-sdg7--the-energy-progress-report-2022>. Acesso em 18 fev. 2024

IRENA - International Renewable Energy Agency. **Renewable Power Generation: costs in 2022**. Abu Dhabi: IRENA, 2023. Disponível em: [https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA\\_Renewable\\_power\\_generation\\_costs\\_in\\_2022.pdf?rev=cccb713bf8294cc5bec3f870e1fa15c2](https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022.pdf?rev=cccb713bf8294cc5bec3f870e1fa15c2). Acesso em 21 fev. 2024.

Fiori, J. L. **A Guerra, a Energia e o Novo Mapa do Poder Mundial**. Petrópolis: Vozes; Rio de Janeiro: INEEP, 2023.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Demanda de Energia Elétrica Bate Recorde e Ultrapassa os 100 GW**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/demanda-de-energia-eletrica-bate-recorde-e-ultrapassa-os-100-gw>. Acesso em 10 jan. 2024.

Fuser, I. **Energia e Relações Internacionais** (volume 2). Rio de Janeiro: Editora Saraiva, 2013. GONÇALVES, W. “Autonomia”. In: Carvalho, G.; Rosevics, L. (org.). **Diálogos Internacionais: Reflexões Críticas do Mundo Contemporâneo**. Rio de Janeiro: Perse, 2017.

López-Vallejo, M. Seguridad medioambiental. In: Lozano Vasquez, A.; Rodríguez Sumano, A. (org.). **Seguridad y Asuntos Internacionales**. Cidade do México: Siglo XXI Editores México, 2020.

Martínez González, M. Seguridad energética: una breve aproximación. In: Lozano Vasquez, A.; Rodríguez Sumano, A. **Seguridad y Asuntos Internacionales**. Cidade do México: Siglo XXI Editores México, 2020.

Nina, A. M. **A Diplomacia Brasileira e a Segurança Energética Nacional**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2020.

Riojas Rodríguez, J.; Sosa Alvarado, C. El cambio climático y la emergencia ambiental global como factores de riesgo para la seguridad internacional. In: Lozano Vasquez, A.; Rodríguez Sumano, A. **Seguridad y Asuntos Internacionales**. Cidade do México: Siglo XXI Ed. México, 2020.

Ritchie, H.; Rosado, P. “Electricity Mix” Published online at **OurWorldInData.org**, 2020. Disponível em: <https://ourworldindata.org/electricity-mix>. Acesso em 10 jan. 2024.

The Energy Institute. **EI Statistical Review of World Energy** (72nd Edition). 2023. Disponível em: [https://www.energyinst.org/data/assets/pdf\\_file/0004/1055542/EI\\_Stat\\_Review\\_PDF\\_single\\_3.pdf](https://www.energyinst.org/data/assets/pdf_file/0004/1055542/EI_Stat_Review_PDF_single_3.pdf). Acesso em 12 jan. 2024.

Vizentini, P. F. Política Externa e desenvolvimento no regime militar. **Princípios**, ed. 51, Nov/Dez/Jan, 1998-1999.

Yergin, D. **O Novo Mapa: energia, clima e o conflito entre as nações**. Porto Alegre: Bookman, 2023. YERGIN, D. Bumps in the energy transition: despite a growing global consensus, obstacles to reducing net carbon emissions to zero are stark. **Finance &**



**Development** - International Monetary Fund, v. 59, n.4, pp. 9-13, Dez/2022.  
Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2022/12>. Acesso em  
09 jan. 2024.