

ENERGIAS RENOVÁVEIS MODERNAS, TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E CRISE CLIMÁTICA: UMA REFLEXÃO SOBRE O NORDESTE BRASILEIRO

MODERN RENEWABLE ENERGIES, ENERGY TRANSITION, AND CLIMATE CRISIS: A REFLECTION ON NORTHEASTERN BRAZIL

Luziene Dantas de Macedo¹
<https://orcid.org/0000-0001-7489-9993>

RESUMO

Este estudo tem como finalidade promover uma reflexão sobre a evolução das fontes renováveis de energia no contexto da transição energética e da crise climática, considerando as potencialidades de geração de energia renovável na região Nordeste e sua articulação com o processo de transição energética em escala local. A partir da revisão da literatura sobre a temática em questão e da análise de dados secundários, sustenta-se que a transição energética, embora essencial para a descarbonização, reproduz contradições territoriais e socioeconômicas que desafiam a noção de desenvolvimento. Simultaneamente, observa-se que, no Nordeste, a transição energética em escala local representa não apenas uma mudança tecnológica, mas também um processo territorial e socioeconômico que redefine o papel da região na matriz energética do Brasil. Tal reconfiguração implica a reorganização do território, a interiorização da produção de energia, a dinâmica econômica regional e os desafios socioambientais, limitando a internalização dos benefícios resultantes da cadeia produtiva de energia e da inserção de investimentos privados no território.

Palavras-chave: transição energética; crise climática; descarbonização; nordeste.

¹ Doutora em Economia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professora Associada do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: luzieen.macedo@ufrn.br.

ABSTRACT

This study aims to reflect on the evolution of renewable energy sources within the context of the energy transition and the climate crisis, considering the renewable energy generation potential of the Northeast region and its connection to the energy transition process at the local level. Based on a literature review and an analysis of secondary data, the study argues that the energy transition, while essential for decarbonization, reproduces territorial and socioeconomic contradictions that challenge the very notion of development. At the same time, it is observed that the local-scale energy transition in the Northeast represents not merely a technological shift but also a territorial and socioeconomic process that redefines the region's role in Brazil's energy matrix. This reconfiguration entails a reorganization of the territory, a shift of energy production toward the interior, changes in regional economic dynamics, and socio-environmental challenges, thereby limiting the retention of benefits derived from the energy supply chain and the influx of private investment into the region.

Keywords: energy transition; climatecrisis; decarbonization; northeast.

INTRODUÇÃO

A indústria atual de energia renovável, que captura vento e luz solar para convertê-los em energia elétrica, ganha relevância econômica global considerável e se expande como parte do processo de transição energética atual, que teve início com as crises do petróleo na década de 1970. Naquele momento, o objetivo era encontrar soluções para a crise dos preços do petróleo e para a crise ambiental, que colocou as mudanças climáticas no centro das preocupações ambientais e, como resultado, destacou a necessidade de encontrar alternativas aos combustíveis fósseis.

Desde o ano de 1990, o setor de geração de eletricidade e calor tem sido responsável, em média, por mais de 40% das emissões de gases de efeito estufa (IEA, 2025) e desempenha um papel fundamental na mitigação dos impactos das mudanças climáticas, as quais são vistas como o mais significativo desafio existencial que a humanidade enfrenta (Chomsky; Pollin, 2020). A neutralização das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂) até o ano de 2050 está alinhada com as estratégias direcionadas a restringir o incremento das temperaturas médias globais a 1,5 °C ao longo do tempo, objetivo definido no Acordo de Paris,

adotado em 2015. Isso requer, ao menos, uma mudança abrangente na maneira pela qual geramos, transportamos e utilizamos a energia.

Se o século XX se caracterizou, entre outros aspectos, pelo avanço da economia petrolífera, o século XXI presencia mudanças notáveis no segmento energético, acompanhadas de inovações tecnológicas, que abrangem a extração em grande escala do xisto, a expansão das energias renováveis atuais, como a eólica e a solar, além da eletrificação da frota de automóveis (Yergin, 2023).

No contexto político, as temáticas referentes à energia foram intensificadas pelas oscilações nos preços do petróleo, que se mantiveram ligeiramente superiores a US\$ 30 por barril em janeiro de 2016 (FGV Energia, 2016), ultrapassaram pouco mais de US\$ 100 em 2022 e atingiram, em 2024, valores superiores a US\$ 80 (ANP, 2025).

O conflito militar na Ucrânia, que começou em 2022, a prevista suspensão, pela União Europeia, das importações de gás natural e de petróleo da Rússia até 2027 (Europarl, 2025), e o relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2023a), que destacou que as atividades humanas, especialmente por meio das emissões de gases de efeito estufa, foram indiscutivelmente responsáveis pelo aquecimento global, com um aumento de 1,1°C na temperatura média da superfície global entre 2011 e 2020 em comparação ao período de 1850 a 1900. Além disso, enfatizou que cerca de 3,3 a 3,6 bilhões de pessoas vivem em áreas altamente vulneráveis às mudanças climáticas. Esses fatores também tiveram um impacto significativo nessa situação.

As incertezas em relação ao fornecimento de petróleo e às flutuações de seus preços têm acentuado as inquietações relacionadas à segurança energética, o que tem levado os países a adotarem estratégias com o objetivo de reduzir a dependência externa, diversificar a matriz energética e reforçar o controle sobre os recursos energéticos. A ampliação da participação das energias renováveis na matriz energética mundial tende a seguir essa trajetória, uma vez que a maior parte das fontes renováveis, como a eólica e a solar, é gerada tanto de maneira centralizada quanto descentralizada, especialmente no que diz respeito à energia solar fotovoltaica, que tem avançado por meio da geração distribuída.

A trajetória em direção à modificação da matriz energética e à obtenção da neutralidade nas emissões até 2050 tem como objetivo reduzir a dependência de combustíveis fósseis, carvão, petróleo e gás natural, sendo essa uma estratégia para enfrentar as mudanças climáticas. Tal iniciativa exige a aceleração da transição energética, fundamentada na busca pela “segurança energética, estabilidade de preços e resiliência nacional a longo prazo” (Irena, 2022, p. 6). Sob a ótica da transformação da matriz energética, esse fenômeno indica um aumento acelerado da energia solar e eólica nesta década. No que tange à energia

solar fotovoltaica, isso implica a instalação, em média, do maior complexo solar do mundo diariamente, conforme salientado pela *International Energy Agency* (IEA, 2021[2050]).

O presente artigo tem como objetivo analisar a relevância das fontes de energia renováveis no contexto da transição energética e da crise climática. A partir da análise da potencialidade de geração de energia renovável no Nordeste e da geração de eletricidade derivada dessas fontes, sustenta-se que a transição energética, embora essencial para a descarbonização, reproduz contradições territoriais e socioeconômicas que desafiam a noção de desenvolvimento. Essa circunstância demanda uma análise sob o enfoque da justiça territorial, sustentando que os investimentos possam efetivamente corrigir as disparidades socioespaciais.

A transição energética em escala local constitui um componente essencial na transformação do sistema energético em um determinado território. Na região Nordeste, esse processo se destaca em razão das condições naturais favoráveis, como elevados índices de irradiação solar e a ocorrência de ventos constantes, que facilitam, respectivamente, a implantação de usinas fotovoltaicas e de parques eólicos, consolidando um processo territorial e socioeconômico que redefine o papel da região na matriz energética do Brasil. Essa dinâmica abrange a reconfiguração do território, a interiorização da geração de energia e a promoção da dinamização econômica regional.

Contudo, essa situação não se converte, de maneira automática, em desenvolvimento, em função da limitada internalização dos benefícios resultantes da cadeia produtiva de energia e da inclusão de investimentos privados. Muitos empregos são gerados durante o período de instalação, ao passo que a operação dos parques requer uma quantidade reduzida de mão de obra, ocasionando uma concentração espacial dos benefícios. Assim, os municípios que acolhem tais empreendimentos obtêm receitas, entretanto, não ocorre uma distribuição justa dentro da região. Sobressaem-se, também, os conflitos socioambientais, tais como a exploração intensiva do solo e os impactos sobre as comunidades rurais, englobando fatores como poluição sonora, restrições no uso da terra, alterações nos modos de vida, entre outros aspectos.

O período de análise contempla o momento atual e, sob a ótica da investigação acerca do Nordeste e do processo de transição energética na região, abrange os anos de 2000 a 2025, com o intuito de destacar alguns resultados relacionados à transformação da matriz elétrica local em comparação à geração de eletricidade, em MW médios, no Brasil. Este é um estudo que possui tanto uma abordagem teórica quanto empírica, caracterizando-se como exploratório, tendo como principal propósito a atualização e o aprimoramento das concepções pertinentes ao tema em questão. Portanto, a investigação atual consistirá em uma revisão da

literatura e na coleta de dados secundários, com particular atenção às informações publicadas nos portais da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), do Operador Nacional do Sistema (ONS), do Instituto Brasileiro de Geografia, da *International Energy Agency* (IEA), da *International Renewable Energy Agency* (IRENA), entre outras.

O artigo está estruturado da seguinte forma: além desta introdução, o texto apresenta, no próximo tópico, uma análise sobre a transição energética em escala global; na sequência, são discutidas as questões relacionadas à transição energética em âmbitos regional e local, assim como a situação do Nordeste entre o consenso internacional acerca da descarbonização e a promoção de uma transição energética justa. Por fim, expõem-se as conclusões finais.

1 A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA EM ESCALA GLOBAL

A transição energética em escala global diz respeito à transformação estrutural dos sistemas energéticos ao redor do mundo, que envolve a substituição da preponderância de combustíveis fósseis – como carvão, petróleo e gás – por fontes de energia renovável e de baixa emissão de carbono. Esse processo ocupa uma posição central nas estratégias de desenvolvimento do século XXI.

Conforme Smil (2017), a expressão transição energética é empregada com maior frequência para caracterizar a modificação na composição do fornecimento de energia primária, referindo-se, desse modo, à transição dos combustíveis de biomassa tradicionais, como lenha, carvão vegetal e resíduos agrícolas, para os combustíveis fósseis, que incluem carvão e hidrocarbonetos.

De acordo com Yergin; Orszag e Arya (2025), o que tem ocorrido não é propriamente uma “transição energética”, mas, na verdade, uma “adição de energia”. Isso ocorre porque, em vez de substituir as fontes de energia tradicionais, o aumento das energias renováveis está se agregando ao das fontes convencionais.

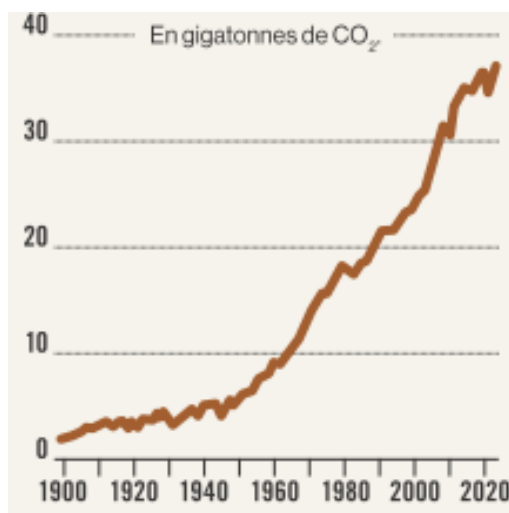
De acordo com os autores mencionados, a inquietação em relação às mudanças climáticas gerou a expectativa de uma rápida transição para a substituição dos combustíveis fósseis. Todavia, as circunstâncias do sistema energético global frustraram tais previsões, demonstrando que a transição energética será significativamente mais desafiadora, onerosa e complexa do que se estimava previamente. Ademais, pesquisas acerca das transições energéticas anteriores evidenciam que tal fenômeno não deveria causar espanto: essas também representaram “adições de energia”, nas quais cada uma integrou, em vez de excluir, fontes anteriores (Yergin; Orszag; Arya, 2025).

De modo geral, a transição energética refere-se a um processo cujo objetivo é a criação de uma convergência entre as políticas ambiental e energética (Pinto Jr. *et al.*, 2016), as quais têm suas bases apoiadas nos combustíveis fósseis para enfrentar as mudanças climáticas, considerando que o uso de carvão, de petróleo e de gás natural é responsável pela maior parte das emissões de gases de efeito estufa, configurando-se, assim, como o núcleo da problemática climática.

Por outro lado, os combustíveis fósseis mantêm um papel relevante no sistema energético global, uma vez que garantem a oferta contínua de energia e compensam a irregularidade de fontes alternativas, como a solar e a eólica. Isso indica que a transição energética ocorrerá de forma gradual, com a infraestrutura global demonstrando uma dependência significativa das fontes fósseis para a produção de energia.

Na análise de Yergin; Orszag e Arya (2025), a humanidade ainda está distante de atingir a meta frequentemente declarada, até 2050, “emissões líquidas zero”. Essa situação é evidenciada pelos dados globais de consumo de energia, os quais indicam que, apesar de haver uma diminuição relativa na participação dos combustíveis fósseis, que passou de 86% em 1997 para 82% em 2022, o consumo mundial aumentou em quase 55% em relação a 1997 (Smil, 2024). Isso resultou em um incremento das emissões globais de CO₂, que cresceram 19 vezes entre 1900 e 2022 (Figura 1), demonstrando a intensificação do modelo de desenvolvimento baseado em combustíveis fósseis.

Figura 1 – Emissões globais de CO₂ proveniente de combustíveis fósseis, 1900 a 2022.



Fonte: IEA (2023), *apud* Smil (2024).

Conforme Smil (2024), a meta de eliminar as emissões antropogênicas de CO₂ deve ser alcançada por meio de uma transição energética caracterizada por uma velocidade, escala e naturezas (técnicas, econômicas, sociais e políticas) inéditas na história. Isso indica, com base nas informações contidas no relatório intitulado *World Energy Outlook* (IEA, 2020), a necessidade de uma redução aproximada de 45% nas emissões globais de CO₂ até 2030, em comparação aos níveis registrados em 2010.

Para Smil (2024), isso aparenta ser uma tarefa inviável, uma vez que o planeta dispõe de apenas uma geração (aproximadamente 25 anos) para atingir tal objetivo; o máximo do consumo global de carbono fóssil ainda não foi alcançado; não se antecipam reduções significativas após esse pico; até o final de 2022, a eletrificação conseguiu transformar apenas cerca de 2% dos veículos de passageiros (mais de 40 milhões) em diversos tipos de automóveis elétricos; ademais, a descarbonização ainda não se estendeu ao transporte rodoviário de carga, ao transporte marítimo e à aviação (Smil, 2024).

A meta de alcançar uma transição energética global a longo prazo, ou a estratégia de promovê-la diante de riscos climáticos, que se tornam cada vez mais visíveis nos âmbitos econômico e social, exigirá dos governos uma postura estratégica que permita a integração da crise climática e do desenvolvimento sustentável como pilares para o planejamento e a elaboração de políticas públicas. Nesse contexto, a *International Renewable Energy Agency* (Irena, 2022) ressaltou a urgência de uma mudança ampla na atual trajetória de todos os modos de utilização da energia, sendo que os esforços empreendidos se revelam insuficientes. Realmente, apenas 6% dos 15 trilhões de dólares alocados pelo G20 para a recuperação nos anos de 2020 e 2021 foram destinados ao desenvolvimento da geração de energia renovável (Nahm *et al.*, 2022, *apud* Irena, 2022).

Em publicações como o *World Energy Outlook* (2020) e o *Net Zero by 2050* (2021), a IEA delineia um conjunto de ações prioritárias indispensáveis para que a diminuição das emissões de gases de efeito estufa se efetue de maneira célere, almejando restringir o aumento da temperatura global. Os fundamentos essenciais para a descarbonização da matriz energética global incluem a eficiência energética, modificações nos comportamentos, eletrificação, energias renováveis, hidrogênio, combustíveis derivados de hidrogênio, bioenergia e a Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (CCUS) (IEA, 2021).

No contexto das energias renováveis, a IEA ressalta a necessidade urgente de uma expansão sem precedentes dessas fontes energéticas. Ou seja, espera-se que até o ano de 2030 haja acréscimos anuais de 630 gigawatts (GW) em energia solar fotovoltaica (FV) e 390 GW em energia eólica, o que equivale a quatro vezes os recordes alcançados em 2020 (IEA, 2021). A mencionada expansão deve ser acompanhada de investimentos em infraestrutura para redes elétricas e sistemas de armazenamento, assegurando a adequada integração dessas fontes intermitentes.

Para isso, é necessário considerar os dois elementos tidos como essenciais no processo de transição energética em qualquer país e/ou região: a tecnologia e as instituições (Pinto Jr. *et al.*, 2016). No campo da tecnologia, a substituição em larga escala dos combustíveis fósseis é inviável; sem instituições eficazes, essas inovações não se tornam amplamente acessíveis de forma rápida, estruturada e socialmente equitativa.

Sob a ótica tecnológica, a transição energética está intrinsicamente relacionada à capacidade de inovar e à redução de custos. Tecnologias como energias renováveis, armazenamento de energia, hidrogênio de baixo carbono e captura de carbono (CCUS) tornam viável a substituição ou a mitigação do uso de fontes fósseis, com potencial para uma não transição, caso a inovação tecnológica continue a priorizar a permanência das energias fósseis, especialmente o carvão, por meio, por exemplo, da captura e do armazenamento de carbono (Pinto Jr. *et al.*, 2016).

De acordo com a visão dos autores citados, uma outra abordagem tecnológica para a preservação dos fósseis, visando a redução do impacto ambiental, reside nas políticas direcionadas à eficiência das tecnologias de produção, de transformação e de consumo da energia. Isso acontece devido ao fato de que lâmpadas, motores, caldeiras, fornos e usinas elétricas mais eficientes consomem e liberam menos energia.

A substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis representa o principal desafio tecnológico (Pinto Jr. *et al.*, 2016). Nesse contexto, localizam-se as iniciativas de transição, isto é, atribuir aos combustíveis renováveis as qualidades dos combustíveis fósseis, visando garantir a total intercambiabilidade entre essas modalidades energéticas.

Os autores mencionados enfatizam que tal aspecto é essencial para a redução dos custos energéticos da transição, viabilizando-a sob as perspectivas econômica e política, dado que demandaria conceder às fontes renováveis o mesmo nível de disponibilidade e de controle que é característico das fontes fósseis. Quanto às fontes que apresentam intermitência, isso implica a modificação de duas de suas características fundamentais: a impossibilidade de armazenamento e a baixa densidade (Pinto Jr. *et al.*, 2016).

Em última instância, a transição energética deve ser socialmente justa, caracterizando um processo no qual as sociedades avançam rumo a uma economia livre de emissões de CO₂, garantindo que essa transformação se realize de forma equitativa. Essa perspectiva funciona como uma estrutura integradora que contempla três dimensões essenciais da justiça: justiça climática², justiça energética³ e justiça ambiental⁴ (Heffron; McCauley, 2018).

2 Refere-se à distribuição dos benefícios e das responsabilidades decorrentes das mudanças climáticas sob a ótica dos direitos humanos.

3 Trata-se da implementação dos direitos humanos ao longo do ciclo de vida da energia (do berço ao túmulo).

4 Busca tratar todos os cidadãos de maneira equitativa e integrá-los na formulação, na execução e na utilização de legislações, normativas e diretrizes ambientais.

Isso inclui considerar os impactos sobre os trabalhadores e as comunidades que sustentam suas atividades em setores altamente emissores de carbono.

O documento produzido pelo IPCC (2023b) trata da transição justa como um elemento essencial para a efetivação de políticas climáticas que sejam eficientes e amplamente aceitas pela sociedade. O documento ressalta a relevância da participação dos povos indígenas e das comunidades locais no processo de tomada de decisões, destacando a necessidade de um enfoque coletivo e participativo. Isso possibilita, assim, uma ambição mais abrangente e uma ação acelerada em diversas modalidades e em todas as escalas, de acordo com as particularidades de cada país.

No mesmo contexto, a *International Labour Organization* (ILO, 2015) estabelece uma correlação entre transição energética, empregos, condições laborais adequadas e inclusão social. De maneira análoga, a IEA ressalta a importância de considerar os efeitos sociais e regionais que emergem do processo de transição energética.

Em síntese, a aceleração da transição energética global, conforme apontado pela IEA (2020; 2021), requer uma transformação sistêmica fundamentada em cinco pilares fundamentais: a rápida expansão das fontes renováveis, o aumento da eficiência energética, a eletrificação dos sistemas, a inovação tecnológica e o fortalecimento das políticas e do financiamento. A efetividade desse processo não se baseia unicamente em avanços tecnológicos, mas também em decisões políticas e institucionais que garantam uma transição rápida, equilibrada e equitativa.

No tópico subsequente, será abordada uma análise da transição energética em escala regional e local, com ênfase no Brasil.

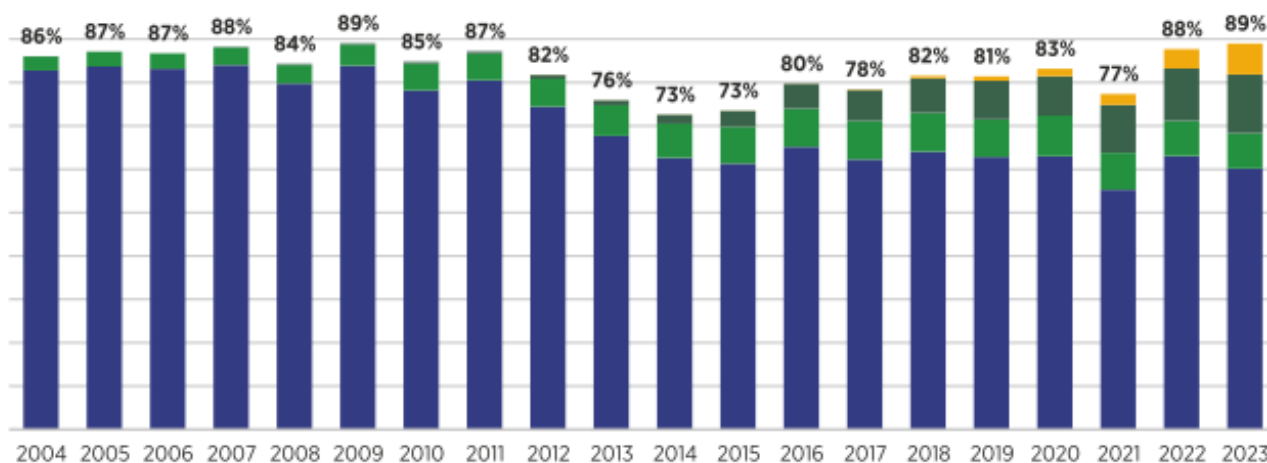
2 A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA EM ESCALA REGIONAL E LOCAL

A transição energética, nas escalas regional e local, consolida-se como um dos principais pontos de debate contemporâneo sobre desenvolvimento sustentável, principalmente em países com vasta extensão territorial e dinâmicas socioeconômicas diversas, como o Brasil. Diferentemente de perspectivas que se limitam a esferas nacionais ou globais, a análise subnacional enfatiza que os impactos, as possíveis oportunidades e os desafios associados à transição energética são significativamente moldados por fatores como a configuração produtiva, a disponibilidade de recursos naturais, as capacidades institucionais das localidades e as desigualdades socioeconômicas presentes nas regiões.

No contexto brasileiro, a transição energética evidencia características distintas. A matriz energética nacional, historicamente, tem sido majoritariamente constituída por fontes renováveis, com destaque para a energia hidráulica. Esta, que constituía cerca de 80% da capacidade instalada de energia elétrica na década de 1970 e acima de 86% em 1999, reduziu-se para aproximadamente 56% em 2024, de acordo com as informações do Balanço Energético Nacional (EPE, 2025).

No entanto, nas últimas décadas, em decorrência da crise do apagão que aconteceu em 2001, observa-se uma ampliação gradual da diversificação da matriz elétrica nacional, com o aumento das fontes de energia eólica e solar, sobretudo em regiões como o Nordeste do Brasil. Em 2024, tais fontes representavam 14,8% e 6,3%, respectivamente, e, somadas à biomassa, alcançavam aproximadamente 80 a 90% da capacidade instalada para a geração de energia elétrica no Brasil em anos com precipitação habitual (Figura 2). Isso sugere que, no Brasil, a transição energética se realiza pela diversificação de fontes renováveis contemporâneas, complementadas pela energia térmica, principalmente durante períodos de seca, quando a participação das usinas termelétricas na geração aumenta para cerca de 25% (Irena, 2025).

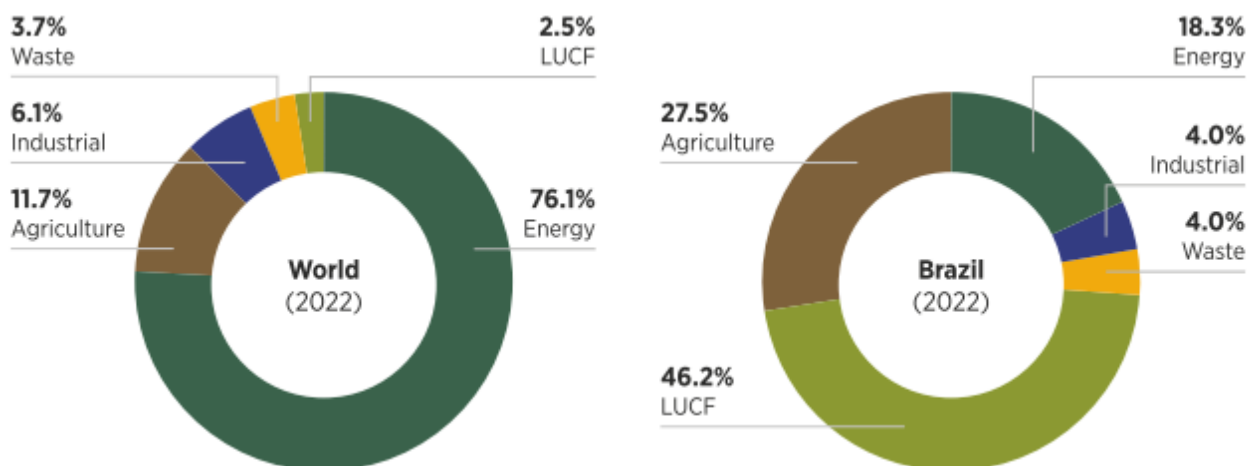
Figura 2 – Participação das energias renováveis na matriz energética brasileira, 2004-2023.



Fonte: MME/EPE (2024b), *apud* IRENA (2025).

O sistema de produção de eletricidade no Brasil gerou um perfil de emissões de gases de efeito estufa (GEE) que se diferencia da média global, tendo em vista que aproximadamente 75% das emissões desse tipo no país estão relacionadas à agricultura, às florestas e ao uso da terra. Em contrapartida, menos de 20% do total das emissões do país estão associadas ao consumo e à produção de energia, enquanto a média global gira em torno de 75% (Figura 3).

Figura 3 – Emissões de GEE por atividade econômica: Mundo e Brasil.

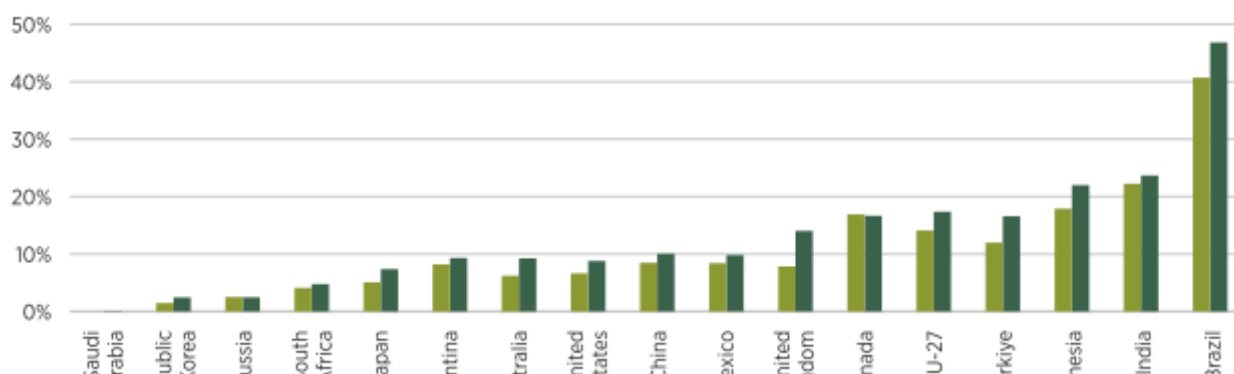


Nota: LUCF = mudança no uso da terra e silvicultura.

Fonte: *World Resources Institute* (2025b), *apud* IRENA (2025).

A representatividade do Brasil nas energias renováveis é significativamente maior do que a de outras nações (ver Figura 4). Nos anos recentes, observou-se um aumento da participação das energias renováveis modernas na matriz elétrica nacional, o que posiciona o país na vanguarda da transição energética global.

Figura 4 – Participação das energias renováveis na matriz energética primária total: comparação internacional.



Fonte: COP28 Presidency, IRENA and GRA (2023), *apud* IRENA (2025).

Contudo, essa expansão das energias renováveis modernas não ocorre de forma homogênea nem está livre de conflitos. Hofstaetter (2016; 2021) e Traldi (2018; 2021) destacam que, no território, a implementação de grandes empreendimentos de energia renovável tem ocasionado impactos na região, como a desapropriação de terrenos, a apropriação do vento por empresas responsáveis pela produção de energia eólica, a obstrução de estradas de acesso em virtude do cercamento dos parques, a alteração de rotas utilizadas por comunidades pesqueiras, a geração de ruído e efeitos sobre as águas superficiais, entre outros.

Em diversas situações, as comunidades locais apresentam participação limitada nos ganhos provenientes do arrendamento de terras, evidenciando que a transição energética, guiada apenas por metas de descarbonização, tem ignorado as interdependências com os povos e as comunidades diretamente impactados por tais iniciativas, intensificando as injustiças socioambientais, especialmente na região Nordeste do Brasil. De forma mais abrangente, essa dinâmica também tem exacerbado as relações geopolíticas de exploração entre o Norte e o Sul Global (Nóbrega; Barbosa; Joca, 2025).

Aransiola e Etulain (2024) destacam que a transição energética está sendo implementada em meio às desigualdades socioeconômicas presentes em nações como o Brasil, um aspecto estrutural do desenvolvimento nos países da América Latina. Nesse contexto, a ampliação da produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, com ênfase na geração distribuída, que é o objeto da pesquisa dos autores citados, se dá em um cenário de disparidades regionais quanto à capacidade instalada e ao grau de investimento em sistemas de micro e de minigeração distribuída. Isso demonstra que os benefícios da transição energética não são repartidos de forma equitativa, ocasionando desigualdade regional no acesso aos investimentos indispensáveis para a implantação do sistema de geração distribuída e no consumo de energia, que, notadamente, se concentra em residências de alta renda, como acontece na Alemanha.

Os atores citados ressaltam que, mesmo em um sistema descentralizado e em virtude do processo de transição energética, a associação da elevada desigualdade socioeconômica, os altos custos de instalação e a predominância do setor privado nos investimentos em energia solar e eólica criam um cenário que favorece o agravamento e a perpetuação das desigualdades, colocando em risco o progresso da geração distribuída, especialmente em áreas menores. Isso ocorre porque uma parcela significativa da população permanece excluída dos benefícios proporcionados pela Lei 14.300, de 6 de janeiro de 2022, que estabeleceu o marco legal da microgeração e da minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS).

Na mesma perspectiva, Pereira (2025) destaca que a conversão de objetivos estabelecidos em tratados internacionais na instalação de parques eólicos em regiões tradicionais e rurais tem gerado contradições, manifestadas por meio de impactos e de injustiças territoriais, o que evidencia o caráter paradoxal desse modelo.

Assim, as abordagens regional e local da transição energética no Brasil devem desempenhar um papel central nas políticas de integração de fontes de energia renováveis. Ressalta-se que, nesse contexto, faz-se necessário estabelecer um processo de “transição energética justa”, com o objetivo de reduzir as desigualdades e as injustiças sociais (Heffron e McCauley, 2018).

Segundo os autores citados, uma “transição energética justa” configura-se como uma meta social, diferentemente da expressão “transição para uma economia de baixo carbono”, que, sustentada pelas estruturas de poder existentes – isto é, por aqueles que detêm o poder na sociedade –, viabiliza e continuará a viabilizar um processo de transição bastante gradual. Esse processo favorece o *status quo* e, como resultado, perpetua as desigualdades já existentes na sociedade.

Conforme Aedo (2023), é imprescindível considerar a inclusão de ambos no âmbito da pluralidade de respostas e realidades possíveis. Tal situação deve-se ao fato de que a incorporação de energias renováveis em um dado território não ocorre de forma isolada; há dinâmicas já consolidadas e complexas relacionadas às desigualdades estruturais e territoriais. Dessa forma, ao se destacar a relevância de impulsionar uma mudança na matriz energética mundial, observa-se que os fundamentos para a eficácia dessa transformação – como o acesso a ventos favoráveis, à irradiação solar e a minerais essenciais – estão alicerçados em regiões que enfrentam profundos desafios sociais, econômicos, ambientais e territoriais.

Consequentemente, os investimentos necessários para a construção de grandes usinas de geração de energia eólica e solar, bem como para a produção de hidrogênio “verde” (que requer, em particular, água dessalinizada e energia proveniente de fontes renováveis), impactam ecossistemas, biodiversidade, bacias hidrográficas, patrimônios históricos e economias locais (Aedo, 2023).

Além disso, a transição energética se dá não somente por meio da ampliação da participação das energias renováveis na matriz energética mundial e, por conseguinte, da redução da contribuição de fontes fósseis, mas também abrange o avanço da economia mineral, em função da demanda por quantidades expressivas de minerais críticos. Informações da IEA (2021) enfatizam que o montante total do mercado de minerais críticos, incluindo cobre, cobalto, manganês e diversos metais de terras raras, deverá aumentar quase sete vezes entre 2020 e 2030, no âmbito de emissões líquidas zero, o que fará com que as receitas desses minerais superem as do carvão antes de 2030.

Outro aspecto relevante diz respeito ao papel das instituições locais e estaduais na efetivação da transição energética de forma justa e participativa. Nesse sentido, dados da ILO (2015) enfatizaram a importância de desenvolver e aperfeiçoar as habilidades institucionais e técnicas das autoridades subnacionais, nos níveis regional e local, com o objetivo de guiar a transição e tratar as alterações necessárias nas economias regionais.

No contexto do Nordeste brasileiro, isso significa considerar as distintas subescalas de avanço das energias renováveis, nas quais a atração de investimentos do setor deve estar associada às dinâmicas específicas e historicamente estabelecidas de cada região geográfica. Esta situação constitui um desafio, pois, em decorrência das políticas de descarbonização, os investimentos em energia renovável são orientados a predominar nos processos de execução dos empreendimentos, como se estes estivessem ocorrendo em um espaço isento de população e de território. Esse fenômeno ocorre devido à existência de recursos naturais passíveis de serem transformados em eletricidade, além de sustentar a necessidade premente de promover o desenvolvimento de energias renováveis para lidar com as alterações climáticas.

Assim, a interconexão entre as esferas governamentais e sua interação com a abordagem das questões ambientais permanecem sendo um desafio, especialmente no que se refere ao planejamento integrado e à diminuição de conflitos socioambientais.

Por fim, a transição energética nas escalas regional e local no Brasil revela um paradoxo: apesar de o país se destacar internacionalmente pelo avanço nas energias renováveis, persiste a presença de desafios relacionados à equidade territorial e à sustentabilidade social dos projetos. Assim, o aprofundamento da transição energética requer, além da inovação tecnológica e da ampliação da infraestrutura para transmissão e distribuição de energia, o fortalecimento da governança local, a participação da sociedade e a implementação de políticas que assegurem uma distribuição mais justa dos benefícios associados.

No próximo tópico, será exposto o Nordeste no contexto das políticas de transição energética, adotando-se uma abordagem regional para entender as diversas dimensões do desenvolvimento das fontes de energia renováveis na região.

3 O NORDESTE ENTRE O CONSENSO INTERNACIONAL SOBRE DESCARBONIZAÇÃO E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA

A expansão das fontes de energia renovável no Brasil tem transformado a região Nordeste em um dos principais núcleos de geração de energia renovável atual, destacando-se especialmente nas modalidades eólica e solar fotovoltaica. Esse processo encontra-se estreitamente

relacionado às condições naturais favoráveis da área, às políticas públicas de fomento, como o PROINFA, instituído em 2002, e à inclusão dessas fontes no Ambiente de Contratação Regulado (ACR), por meio da realização de leilões específicos para a aquisição dessas alternativas, assuntos que serão discutidos adiante. Além disso, é necessário levar em conta a crescente necessidade de diversificação da matriz energética em escala nacional e em escala internacional.

No contexto nacional, a urgência em assegurar a segurança do abastecimento provém, em grande medida, da memória da Crise do Apagão (2001-2002), entendida como um reflexo de fragilidades estruturais que se acumularam ao longo do tempo, a partir da reforma do setor elétrico implementada em meados da década de 1990. A mencionada reforma teve como objetivo a modernização do setor elétrico, por meio da atração de investimentos do capital privado, da desverticalização das funções de geração, de transmissão e de distribuição, além da criação de um ambiente regulado por instituições competitivas, como a Agência Nacional de Energia Elétrica (Pinto Jr. *et al.*, 2016).

Sob uma perspectiva global, identifica-se um transbordamento de metas, acentuado especialmente por meio de acordos internacionais, como o Acordo de Paris, que incentivou os países a reduzirem suas emissões de gases de efeito estufa e a diversificarem suas matrizes energéticas. Neste contexto, a busca por segurança energética, em decorrência da volatilidade dos combustíveis fósseis, somada à necessidade de mitigar as mudanças climáticas, estimulou investimentos em fontes renováveis em regiões com elevado potencial natural, como os ventos alísios e a irradiação solar, conforme já foi mencionado.

Dessa forma, a região Nordeste, em virtude de suas favoráveis condições de vento, nas quais “as maiores velocidades ocorrem ao longo do litoral do Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará, sobretudo nos meses de janeiro, fevereiro, agosto e setembro” (Silva *et al.*, 2026, p. 15), além de contar com irradiação solar que apresenta médias superiores a 5,5 kWh/m²/dia, podendo alcançar 6 kWh/m²/dia no semiárido (Portal Solar, 2026), configurou-se como uma área estratégica para atender à crescente demanda global por energia de baixo carbono.

Além disso, investigações, como a conduzida por Paixão e Abaide (2025), destacam que a transição energética exige não apenas inovações tecnológicas, mas também a estabilidade das normas regulatórias, o fortalecimento das instituições públicas e a formação de alianças estratégicas, podendo ser caracterizada como um processo geográfico que envolve a reestruturação dos padrões e das escalas atuais da atividade econômica e social (Bridge *et al.*, 2013). Nesse âmbito, as singularidades e dinâmicas peculiares de cada país impactam o processo de transição energética e sua aceleração (IEA, 2024).

Assim, as regiões demonstram trajetórias distintas no que se refere à energia e às emissões de gases de efeito estufa, sendo que essas variáveis são influenciadas por suas diversas

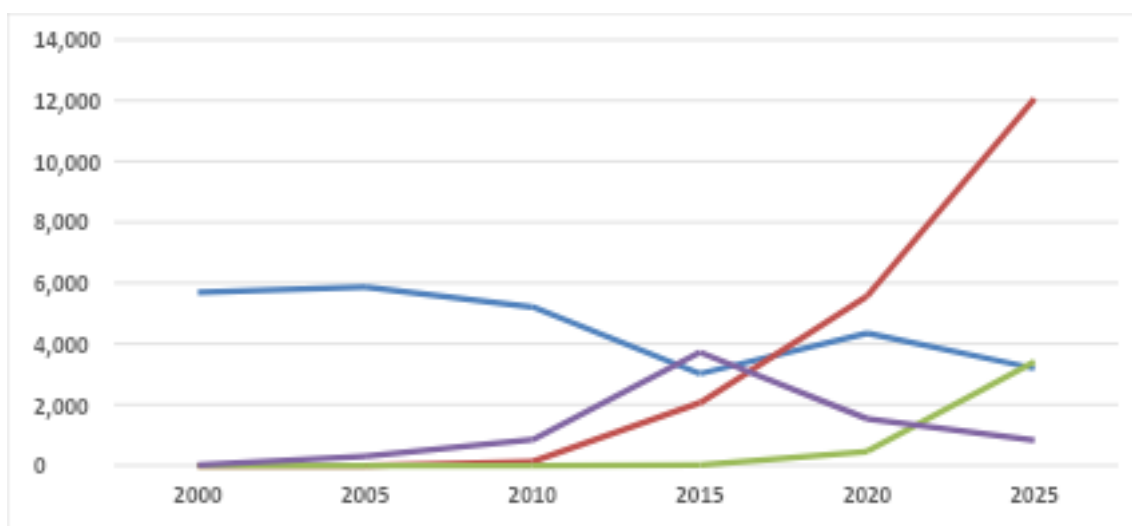
condições socioeconômicas, políticas, normativas, características geográficas e pela disponibilidade de recursos naturais, entre outros fatores, conforme salientado pela fonte mencionada.

A posição ocupada pela região Nordeste na geração de energia eólica é notável. Dados oriundos do SIGA (Aneel, 2026) apontam que cerca de 89% da capacidade de geração dos empreendimentos eólicos ativos no Brasil está localizada na referida região, destacando-se os estados da Bahia, Rio Grande do Norte e Piauí, os quais, somados, possuem 26,9 GW de potência para a geração de energia eólica, representando 77,1% do total da capacidade instalada de projetos em operação.

Em relação à energia solar fotovoltaica, a região Nordeste registra 11,1 GW em projetos em funcionamento, de acordo com dados do SIGA (Aneel, 2026). Isso demonstra que cerca de 50% da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica se encontra concentrada na Bahia (3,0%), Piauí (2,4%), Ceará (2,1%), Rio Grande do Norte (2,1%) e Pernambuco (1,5%), evidenciando a relevância da energia solar fotovoltaica na localidade, favorecida pela elevada incidência solar durante todo o ano.

A combinação da energia eólica com a solar fotovoltaica fortalece a posição estratégica da região Nordeste na transição energética em escala local/regional. A partir da década de 2000, a matriz elétrica da região Nordeste do Brasil passou por uma mudança significativa, diminuindo sua dependência da geração hidrelétrica e, em menor proporção, da termelétrica, para incorporar, de forma crescente, as fontes eólica e solar fotovoltaica (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Nordeste: geração de energia elétrica, em MW médios.



Fonte: ONS (2026). Elaboração própria.

No início desse período, a geração de energia elétrica na região fazia parte de um sistema nacional que se orientava, em grande medida, para as hidrelétricas, cuja predominância era explicada pela abundância de recursos hídricos e pela trajetória histórica de investimentos nesse segmento de infraestrutura. Todavia, as crises hídricas, como as vivenciadas no início dos anos 2000 e, posteriormente, em 2012, quando a área do semiárido brasileiro enfrentou um dos mais severos fenômenos climáticos de sua trajetória, cujos efeitos da intensa seca foram sentidos até 2016 (Buruti; Barbosa, 2018), evidenciaram a vulnerabilidade desse modelo que se apoia na geração hidráulica, além de incentivar a diversificação da matriz elétrica nacional e a transição energética em escala local.

A partir da década de 2010, a energia eólica começou a se expandir de forma acelerada no Nordeste, favorecida pelas condições excepcionais de vento presentes na região, consolidando-se como uma das principais fontes de geração de energia elétrica no território. Esse movimento intensificou-se nos anos seguintes, evidenciando um significativo crescimento na energia solar fotovoltaica, especialmente a partir de 2018, quando, de acordo com dados da ONS (2026), a geração de energia solar fotovoltaica cresceu de 62 MW médios em 2017 para 228 MW médios no ano seguinte, alcançando 1.018 MW médios em 2022. Consequentemente, a participação das fontes renováveis intermitentes, como a energia eólica e solar, aumentou significativamente, desempenhando um papel crucial no suprimento da demanda tanto regional quanto nacional.

Dados da ONS (2016) indicam que, em 2025, a região Nordeste foi responsável por 79,4% da geração de energia eólica e solar fotovoltaica. Em relação ao ano 2000, quando a geração de eletricidade na região era quase totalmente baseada na hidroeletricidade (99,9%), essa alteração na matriz elétrica local marca um importante avanço na transição energética da região. De fato, no Nordeste, percebe-se um processo de transformação na produção de eletricidade a partir de fontes renováveis modernas.

Esse processo tem promovido a modificação da matriz elétrica no Subsistema Nordeste, alterando “a operação dos reservatórios das hidrelétricas da região, uma vez que menos água precisa ser transferida do período úmido para o seco devido à maior geração eólica e solar no período seco” (MME/EPE, 2018, *apud* Mororó *et al.*, 2023, p. 68).

De forma diferente, no Brasil, em 2025, a combinação da energia eólica com a solar fotovoltaica alcançou 28,8% da produção de eletricidade em megawatts médios. Isso evidencia que, mesmo com o aumento da participação dessas fontes na matriz elétrica nacional, a geração de eletricidade no Brasil ainda apresenta uma significativa dependência da hidroeletricidade, que corresponde a 57,1%, e da termoeletricidade, que abrange 11,7%. As informações têm origem nos dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) de 2026, destacando um processo de diversificação da matriz elétrica do país.

Além disso, a matriz elétrica da região Nordeste demonstra uma redução na dependência em relação à geração térmica. No período de 2000 a 2025, a produção de energia oriunda de termelétricas, que representava 0,1% no ano 2000, aumentou para 4,7% em 2005 e alcançou 42,3% em 2015. Entretanto, a implementação de fontes renováveis modernas na área resulta em uma redução da dependência estrutural das termelétricas, as quais possuem custos mais altos e emitem quantidade significativa de poluentes. Todavia, essas usinas não foram descontinuadas, continuando a operar de maneira complementar, especialmente em épocas de reduzida produção eólica ou solar, ou em circunstâncias de alta demanda, cumprindo uma função de *backup* do sistema elétrico nacional.

Em 2025, a participação percentual da energia térmica na geração de eletricidade da região Nordeste alcançou 4,2%, quase igualando a proporção registrada em 2005, que foi de 4,7%, conforme as informações disponibilizadas pelo ONS (2026).

Na ótica institucional, a evolução das fontes de energia renovável na região Nordeste relaciona-se com a ação de diferentes esferas governamentais e com a existência de marcos regulatórios favoráveis. Um exemplo é a reestruturação do setor elétrico, que teve início em 2004, com a promulgação das Leis 10.847 e 10.848, de 15 de março daquele ano. Essas leis, respectivamente, autorizaram a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e definiram as diretrizes para a comercialização de energia elétrica no Brasil (Macedo, 2015; Macedo; Melo, 2022). Assim, foi desenvolvido um modelo que possibilita a integração de fontes renováveis modernas em grande escala.

Ademais, destaca-se o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que constituiu um marco na criação e na consolidação do mercado de energia renovável no Brasil, com especial atenção voltada à energia eólica, à biomassa e às pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), integrando o Nordeste e o Sul do país, especialmente o Rio Grande do Sul, como regiões que receberam investimentos desse tipo; além da implementação de leilões específicos para a aquisição de energia renovável – eólica, em 2009, e solar fotovoltaica, em 2014 (Macedo; Melo, 2022).

Ressalta-se, ainda, o financiamento destinado às energias renováveis na região Nordeste, o qual é sustentado por uma estrutura institucional que abrange bancos públicos, tanto em âmbito nacional quanto regional, além de entidades internacionais. Nesse contexto, sobressai-se o Banco do Nordeste, por meio do acesso ao Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), em especial na modalidade FNE Sol, como uma das mais relevantes estratégias de fomento voltadas para a expansão das energias renováveis na região Nordeste do Brasil. Essa iniciativa tem como objetivo aumentar o acesso à energia renovável e reduzir os custos relacionados à energia para diferentes categorias, englobando indivíduos, empresas e agricultores.

No âmbito do Banco do Nordeste, é pertinente destacar igualmente o Programa de Financiamento à Infraestrutura Sustentável, elaborado em parceria com a Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD). Este programa visa fomentar investimentos na produção de energia a partir de fontes renováveis, tais como eólica, solar, biomassa e hidrogênio verde, além de abranger a transmissão e a distribuição que favoreçam a circulação dessas energias renováveis. Inclui, igualmente, a implementação, a expansão e/ou aprimoramento de sistemas de fornecimento de água, assim como iniciativas ligadas à administração de resíduos e efluentes, além do desenvolvimento de cidades sustentáveis.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) integra, igualmente, as instituições que promovem financiamento para a energia renovável no Nordeste, por meio do BNDES Finem. Através dessa modalidade, a instituição financeira apoia a implementação, a ampliação e a modernização de projetos direcionados à geração de energia, contemplando fontes renováveis, tais como a energia eólica, a solar e a proveniente de biomassa, entre outras. No contexto do Nordeste, o BNDES Finem desempenha um papel crucial na expansão de parques eólicos e de usinas solares, configurando-se como um recurso estratégico para sustentar a transição energética e fortalecer a infraestrutura elétrica dessa localidade.

O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), em parceria com o Banco do Nordeste, também auxilia no financiamento das energias renováveis para o sistema elétrico da região. Conforme anunciado (BANCO DO NORDESTE, 2025), o BNB disponibilizará, a partir de 2026, aproximadamente R\$ 360 milhões para a aplicação em projetos voltados à transmissão e à distribuição de energias oriundas de fontes renováveis. Os recursos financeiros originam-se do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do programa de Integração de Energias Renováveis dos Fundos de Investimentos Climáticos (CIF-REI), perfazendo um total de US\$ 67 milhões. O objetivo consiste em fomentar a expansão da incorporação de fontes renováveis ao sistema elétrico da Região Nordeste.

Todos os instrumentos financeiros mencionados têm se revelado fundamentais para viabilizar a expansão da produção de energia eólica e solar no Nordeste. Essa situação ressalta a importância estratégica da região, que se alinha tanto com o consenso global em prol da descarbonização quanto com a busca por uma transição energética justa.

De um lado, o Nordeste se destaca como um componente essencial na reestruturação da matriz energética do Brasil, impulsionado por compromissos internacionais, como o Acordo de Paris, e pela crescente demanda por fontes de energia com baixo teor de carbono. As particularidades naturais da região, conforme já abordado, converteram o Nordeste em um dos principais locais para o desenvolvimento da energia eólica e solar no Brasil, estabelecendo sua posição estratégica nas redes globais de transição energética.

Por outro lado, essa inserção não ocorre de maneira neutra ou homogênea. Embora a expansão das fontes de energia renovável favoreça investimentos e impulsione a economia, também pode, igualmente, perpetuar desigualdades históricas, principalmente quando os lucros se concentram em investidores estrangeiros envolvidos na cadeia produtiva de energia renovável no Brasil, enquanto as consequências territoriais recaem sobre as comunidades locais.

Nesse cenário, a discussão sobre uma transição justa – promovida por organizações como a *International Labour Organization* – torna-se essencial para compreender as restrições e as contradições desse processo. No Nordeste, é necessário analisar não apenas a expansão da capacidade instalada, mas também a forma de implementação dos projetos, quem se beneficia deles e quais mecanismos institucionais garantem a inclusão social, a distribuição de renda e a participação da comunidade local. Assim, a região se configura como um espaço emblemático em que se entrelaçam os imperativos globais de descarbonização e os desafios locais relacionados à justiça socioeconômica, ressaltando que a transição energética, além de possuir uma dimensão tecnológica, possui uma significativa base territorial e política.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo salientou a transição energética em escalas global e brasileira, destacando a importância estratégica da região Nordeste para a ampliação das energias eólica e solar fotovoltaica. Destacou-se de que maneira a crise climática e a procura por descarbonização estão estimulando a substituição de combustíveis fósseis, convertendo a região em um agente territorial, promotor do desenvolvimento da geração de eletricidade por meio de fontes renováveis modernas.

Assim, o artigo destacou a importância estratégica da região Nordeste do Brasil na transição energética, ao mesmo tempo que são evidenciados os paradoxos socioeconômicos e territoriais que caracterizam esse processo.

Esse fenômeno resulta do reconhecimento da região Nordeste como um polo fundamental para a produção de energia eólica e solar fotovoltaica, beneficiada por condições naturais privilegiadas, como ventos alísios constantes e alta irradiação solar. Entre os anos de 2000 e 2025, a matriz elétrica da região passou de uma dependência quase total da energia hidrelétrica (99,9%) para um modelo diversificado, no qual as fontes renováveis desempenham um papel significativo na oferta interna de energia.

Embora o Brasil e a região Nordeste se sobressaíam no contexto global por possuírem uma matriz elétrica majoritariamente renovável, evidenciando os processos de transição energética na região e a diversificação das fontes de geração de eletricidade, assim como no que se refere ao aspecto ambiental, em virtude das reduzidas emissões de CO2 provenientes do setor elétrico, existe uma lacuna significativa concernente à dimensão socioeconômica e aos impactos socioambientais dessas ações. Observa-se uma limitada incorporação dos efeitos econômicos nas comunidades locais; a maior parte dos empregos diretos e indiretos vinculados aos projetos é demandada apenas na fase de instalação, enquanto a operação dos parques requer uma quantidade reduzida de mão de obra, resultando em ganhos concentrados.

A implementação de grandes parques de energia renovável tem gerado impactos negativos significativos, como a desapropriação de terras, a produção de ruídos, limitações no uso do solo para as comunidades rurais e alterações nos modos de vida tradicionais. Além disso, o modelo atual frequentemente contribui para a manutenção de desigualdades históricas, beneficiando investidores estrangeiros, enquanto os custos territoriais são atribuídos às comunidades locais.

Assim, o artigo conclui que o processo de transição energética não deve ser orientado unicamente pela descarbonização, mas, sim, por uma “transição energética justa”. Isso implica assegurar que a transformação ocorra de forma justa, integrando a equidade climática, energética e ambiental. Para atingir tal meta, é imprescindível a contribuição efetiva das comunidades locais e dos povos tradicionais nas tomadas de decisão, além da atuação do poder público ao redirecionar os investimentos de acordo com as dinâmicas territoriais e as populações impactadas diretamente por esses projetos.

É imprescindível o aprimoramento das instituições locais, além da implementação de políticas que assegurem um processo mais eficaz de geração de renda em âmbito local, frequentemente provenientes de contratos de arrendamento de terras e de trabalho temporário. Embora os instrumentos financeiros de instituições como o Banco do Nordeste e o BNDES tenham sido essenciais para a expansão da infraestrutura, a gestão vindoura demanda uma coordenação governamental que minimize conflitos e promova a inclusão social de maneira efetiva.

Em síntese, a pesquisa enfatizou que a transição energética na região Nordeste constitui, ao mesmo tempo, um avanço tecnológico e um desafio político e territorial, demandando que a inserção das fontes de energia renováveis no território seja, de forma essencial, acompanhada por equidade social e desenvolvimento tanto local quanto regional.

REFERÊNCIAS

- AEDO, María Paz. **De latransición corporativa a las transiciones justas: alternativas y resistencias territoriales**. *Ecología Política*, v. 65, p. 39-47, 2023. DOI: 10.53368/EP65TEep03.
- ANEEL. **Sistema de Informações de Geração (SIGA)**. 21/04/2026. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/>. Acesso em: 21 abr. 2026.
- ARANSIOLA, Temidayo James; ETULAIN, Carlos Raul. Transição energética e desenvolvimento no brasil: análise da desigualdade regional no uso de sistemas de micro e minigeração distribuída (mmgd). In: **Revista Brasileira de Energia** | vol. 30, nº 2, 2º Trimestre de 2024. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/858>. Acesso em: 21 abr. 2026.
- ANP. **Anuário Estatístico 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/>. Acesso em: 20 mar. 2026.
- ANP. **Anuário Estatístico 2025**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/>. Acesso em: 20 de março de 2026.
- BANCO DO NORDESTE. Imprensa. **Banco do Nordeste investirá R\$ 360 milhões para reforçar transmissão e distribuição de energia renovável**. 22/10/2025. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/impressa/noticias>. Acesso em: 21 abr. 2026.
- BANCO DO NORDESTE. **Programa de Financiamento à Infraestrutura Sustentável**. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/programa-de-financiamento-a-infraestrutura-sustentavel>. Acesso em: 21 abr. 2026.
- BNDES. **BNDES Finem** - Geração de energia. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-energia>. Acesso em: 21 abr. 2026.
- BRIDGE, Gavin; BOUZAROVSKI, Stefan; BRADSHAW, Michael; EYRE, Nick. **Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy**. In: *Energy Policy* 53 (2013) 331-340.
- BURITI, Catarina de Oliveira; BARBOSA, Humberto Alves. **Um século de secas: por que as políticas hídricas não transformam o semiárido brasileiro?** Portugal, Brasil, Angola, Cabo Verde: Chiado, Books Editora, 2018 (edição Kindle).
- CHOMSKY, Noam; POLLIN, Robert. **Crise climática e o Green New Deal Global**. Rio de Janeiro: Editora Roça Nova, 2020.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Balanço Energético Nacional 2025: Ano base 2024**. Rio de Janeiro: EPE, 2025.
- EUROPARL. **UE elimina progressivamente as importações de gás russo**. 17/12/2025. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu>. Acesso em: 21 abr. 2026.
- FGV ENERGIA. **VI Seminário sobre matriz e segurança energética brasileira**. 2016. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/>. Acesso em: 20 abr. 2026.

GREENPEACE. **Net zero, explained**. Disponível em: <https://www.greenpeace.org.uk/>. Acesso em: 21 mar. 2026.

HEFFRON, Raphael J.; MCCAULEY, Darren. **What is the 'Just Transition'?** In: *Geoforum* 88 (2018) 74-77.

HOFSTAETTER, Moema. **Energia eólica: Entre Ventos, Impactos e Vulnerabilidades Socioambientais no Rio Grande do Norte**. 2016. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Políticas Públicas, Departamento de Políticas Públicas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Cap. 6.

HOFSTAETTER, Moema. **Turismo e parques eólicos no litoral norte potiguar: espaços e valorização do capital e do aprofundamento das vulnerabilidades**. 2021. 313f. Tese (Doutorado em Turismo) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

IPCC, 2023a: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

IPCC, 2023b: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector**. Outubro 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/>. Acesso em: 30 mar. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook 2020**. Disponível em: <https://www.iea.org/>. Acesso em: 30 mar. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook 2024**. Disponível em: <https://www.iea.org/>. Acesso em: 30 mar. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook 2025**. Disponível em: <https://www.iea.org/>. Acesso em: 30 mar. 2026.

ILO. **Guidelines for a Just Transition towards Environmentally Sustainable Economies and Societies for All**, Genebra: ILO, 2015. Disponível em: <https://www.ilo.org/>. Acesso em: 20 abr. 2026.

IRENA. **Panorama das Transições Energéticas Mundiais 2022: Voia do 1,5°C**, Agência Internacional para as Energias Renováveis, Abu Dhabi, 2022.

IRENA. **The energy transition in Brazil**, International renewable Energy Agency, Abu Dhabi. 2025.

MACEDO, Luziene Dantas de. **Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte**. 2015. 324 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

MACEDO, Luziene Dantas de; MELO, Ellitamara Alves de Oliveira. Inserção da fonte eólica no país no contexto da dinâmica do ambiente de comercialização regulado nos últimos dez anos. In: PESSOA, Zoraide Souza (org.). **Energia Eólica: perspectivas e desafios no Rio Grande do Norte**. São Paulo, SP: Livraria da Física, 2022.

MORORÓ, Arquimedes Parente Paiva; AGUIAR, Vanessa Cardim de; ARRUDA, Valmir Cristiano Marques de; TAVARES, Rosângela Gomes. Transição da matriz elétrica na região Nordeste: desafios e sinergias com energias renováveis variáveis. **Revista GEAMA**, Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology, 9(3): 67-74, dezembro 2023, online version, ISSN: 2447-0740. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/issue/view/406>. Acesso em: 20 abr. 2026.

NÓBREGA, Luciana Nogueira; BARBOSA, Lia Pinheiro; JOCA, Priscylla. Transição energética e injustiças socioambientais: um debate emergencial no contexto brasileiro. **Rev. Cadernos de Campo**, Araraquara, v. 25, n. 00, e025014, 2025.e-ISSN: 2359-2419. DOI: 10.47284/cdc.v25i00.20071.

ONS. Histórico da operação. **Geração de energia**. Disponível em: <https://www.ons.org.br/>. Acesso em : 21 abr. 2026.

PAIXÃO, Joelson Lopes da; ABAIDE, Alzenira da Rosa. Energia elétrica e transição energética: uma análise técnico-institucional à luz da pesquisa aplicada. **Revista Trópicos**, 28/12/2025. DOI: 10.5281/zenodo.18072684. Disponível em: <https://revistatopicos.com.br/artigos>. Acesso em: 20 abr. 2026.

PEREIRA, Lorena Izá. Energia eólica e injustiça territorial: o avanço do controle do capital sob a retórica da sustentabilidade. In: **Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Local São Paulo | Boletim Paulista de Geografia | n. 114 | 2025**. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/3869>. Acesso em: 20 abr. 2026.

PINTO JR., Helder Queiroz (org.); ALMEIDA, Edmar Fagundes de; BOMTEMPO, José Vitor; IOOTY, Mariana; BICALHO, Ronaldo Goulart. **Economia da energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

PORTAL SOLAR. **O Nordeste é Estratégico para a Energia**. Assinado por Victoria Taumaturgo, em 06/04/2026. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/operacao-e-expansao/oem/o-nordeste-e-estrategico-para-a-energia-solar>. Acesso em: 21 abr. 2026.

SMIL, Vclav. **Energy Transitions: Global and National Perspectives**. 2. edição. Santa Bárbara, Califórnia: Praeger, 2017 (Ebook).

SMIL, Vclav. **DÉCARBONNER** - Entre lerêve et laréalité. Le document de référence de vaclav smil, le « penseur de l'énergie, transitions & énergies - n° 22, 2024. Disponível em: <https://va-clavsmil.com/>. Acesso em: 21 abr. 2026.

SILVA, Sóstenes Jerônimo da.; CORDEIRO, Débora de Sousa; JÚNIOR, Silvio Fernando Alves; JALE, Jader da Silva. Potencial de energia eólica no Nordeste brasileiro: Uma abordagem via modelos de mistura. In: REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218, v. 7, n. 4, 2026.

TRALDI, Mariana. **Acumulação por despossessão e green grabbing**: parques eólicos, arrendamento e apropriação de terras no semiárido. In: Ambiente & Sociedade, São Paulo. vol. 24, 2021. Tema em destaque.

TRALDI, Mariana. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido brasileiro. **Scripta Nova**, v. XXII, nº 589, 2018. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/337270>. Acesso em: 20 abr. 2026.

YERGIN, Daneil. **O novo mapa**: energia, clima e o conflito entre nações. Tradução:

Francisco Araújo da Costa. Porto Alegre: Bookman, 2023.

YERGIN, D.; ORSZAG, Peter; ARYA, Atul. **The Troubled Energy Transition**: HowtoFind a Pragmatic Path Forward. March/April 2025, 2025. Disponível em: <https://www.foreignaffairs.com/>. Acesso em: 30 mar. 2026.

(Recebido para publicação 22 de abril de 2026)

(Reapresentado em 29 de abril de 2026)

(Aprovado para publicação em 05 de maio 2026)