

## Artigos originais

# Energia eólica e desenvolvimento: repensando a sustentabilidade

## Wind energy and development: rethinking sustainability

  Allan Jones Andreza Silva<sup>1</sup>

**Resumo:** O presente artigo parte da indagação sobre a matriz de produção energética eólica do Brasil, aos moldes atualmente adotados, constituir-se, ou não, um recurso de promoção do desenvolvimento sustentável do país. Por conseguinte, seu objetivo é verificar se a política nacional de exploração dessa matriz representa uma via de desenvolvimento efetivamente sustentável, que atende não apenas a interesses econômicos, mas também sociais e ambientais. Metodologicamente, o trabalho pautou-se em uma pesquisa de caráter documental e bibliográfico, de cunho crítico, iniciando pela apreciação do processo de captação, exploração e utilização da energia eólica para, em seguida, verificar se tal matriz contribui para a promoção do desenvolvimento sustentável brasileiro. Por fim, concluiu-se que, embora seja uma matriz energética menos agressiva à natureza, o uso de recursos não-renováveis também acarreta impactos sociais e ecológicos que precisam ser pensados e analisados comunitariamente.

**Palavras-chave:** Energia. Energia Eólica. Sustentabilidade. Comunidade.

**Abstract:** This article begins by questioning whether Brazil's wind energy production matrix, as currently adopted, constitutes a resource for promoting the country's sustainable development. Consequently,

<sup>1</sup> Doutor e Mestre em Ciências Jurídicas (UEPB), Especialista em Direitos Fundamentais e Democracia (UEPB); Especialista em Segurança Pública (UEPB/PMPB); Bacharel em Direito (UEPB); Bacharel em Segurança Pública (UEPB/PMPB); Capacitação em Análise Criminal (SENASP). É docente dos cursos de Especialização em Segurança Pública (CESP/ PMPB), Aperfeiçoamento de Oficiais (CAO/ PMPB), Formação de Oficiais PM (CFO/ PM), Habilitação de Oficiais (CHO/PM), Formação de Soldados (CFSd) do Centro de Educação da PMPB e em cursos preparatórios para concursos. Foi pesquisador do Núcleo de Estudo sobre a Violência no Agreste da Paraíba (NEVAP) e do Projeto de Monitoramento da Violência contra Mulher (CNPq), cujas atividades foram desenvolvidas no Centro de Humanidades (Campus III/UEPB). Foi docente colaborador do Polo UNOPAR Guarabira, nas disciplinas de Estágio Curricular Obrigatório e Metodologia Científica. E-mail: allanjonesgba@hotmail.com.

its objective is to verify if the national policy for exploiting this energy source represents a path to truly sustainable development, addressing not only economic interests but also social and environmental ones. Methodologically, the work was based on documentary and bibliographical research of a critical nature, beginning with an assessment of the process of capturing, exploiting, and using wind energy, and then verifying whether this matrix contributes to the promotion of Brazilian sustainable development. Finally, it was concluded that, although it is a less aggressive energy source for nature, the use of non-renewable resources also entails social and ecological impacts that need to be considered and analyzed by the community.

**Keywords:** Energy. Wind Energy. Sustainability. Community.

Submetido em: 10 de fevereiro de 2025

Aceito em: 12 de novembro de 2025

## 1 Introdução

Desde o início do século XX, as mudanças do sistema produtivo, alicerçadas pelo capitalismo preditivo, têm sido responsáveis pela transformação do cenário global, com avanços tecnológicos, comunicativos, computacionais, etc. Paralelamente, o mesmo sistema tem provocado mudanças ambientais abruptas, ocasionando desde a degradação de biomas até o aquecimento global.

Um aspecto essencial nesse processo de mudanças foi a substituição da força braçal humana por máquinas, que passaram a executar atividades que antes demandavam esforço demasiado e empenho de muitas pessoas, como o transporte de produtos pesados e a elaboração de linhas de montagem. Nesse contexto, a utilização de matrizes energéticas para alimentação das máquinas e instrumentos mecânicos possibilitou ao ser humano ampliar sua capacidade de produção. Nesse sentido, podem-se exemplificar o uso do carvão para alimentar as fornalhas dos trens para transporte de cargas ou passageiros e o uso de combustíveis fósseis por automóveis e aviões, bem como nas indústrias.

A identificação e a exploração de matrizes energéticas também perpassaram por um processo de evolução iniciado pelo uso do vapor, depois pelos combustíveis fósseis e, por último, pela eletricidade. Notadamente, o consumo de combustíveis fósseis (sobretudo os derivados do petróleo) para o abastecimento de veículos, elaboração de materiais plásticos e outras utilidades tem sido adotado do final do século XIX até os dias atuais, principalmente por envolver grandes interesses econômicos e geopolíticos. Nesse sentido, a Agência Nacional de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL) aponta que há, no país, onze novas usinas termelétricas, responsáveis pela produção de 2.2428,05 megawatts (MW) de energia (ANEEL, 2025). No entanto, essa mesma matriz tem causado graves prejuízos ao meio ambiente, como a poluição do ar, do solo ou da água, a depender da localidade das operações.

Por conseguinte, a busca por matrizes energéticas com menor impacto ambiental, consideradas renováveis pelo fato de sua exploração não implicar no esgotamento ou consumo imediato dos recursos naturais, tem sido uma tônica de caráter global. Isso ocorre, sobretudo, com a premissa de evitar maiores avanços na degradação ambiental, a cada dia mais evidente, marcada pela poluição do ar nas metrópoles, por catástrofes ambientais e pelo aquecimento polar, dentre outros agravantes. Embora a utilização de combustíveis fósseis não tenha sido superada, por razões de caráter econômico e político, mesmo diante de seu impacto ambiental, observa-se, atualmente, a busca por novas matrizes energéticas, consideradas menos agressivas ao meio ambiente, como biocombustível (álcool, por exemplo), energia hidráulica, eólica e solar.

Se, por um lado, as exigências capitalistas induzem à utilização maciça de recursos naturais, inclusive degradando o meio ambiente, por outro, os impactos decorrentes deste processo, como a poluição e sua repercussão para a convivência humana, têm induzido pesquisadores, governantes e a sociedade, de modo geral, a refletir sobre o equilíbrio entre a necessidade de ampliar a produção de bens e insumos e a preservação do meio. Dessa maneira, a comunidade internacional passou a pensar sob o prisma da modelação entre os interesses capitalistas e a necessidade da preservação ambiental, ao que se chamou de desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, pode-se destacar a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de 1972, a Rio-92, a Rio +20 e a recente COP 30, dentre outros eventos que têm resultado na elaboração de protocolos e acordos internacionais, como o Acordo de Paris, de 2015, e o Protocolo de Montreal, de 1987, dentre outros. Esse modelo de desenvolvimento compreende não só a necessidade de dar vazão à ampliação da cadeia produtiva, mas a intenção de mantê-la por meio de padrões que minimizem os

efeitos de degradação ambiental. Nesse contexto, a adoção de matrizes energéticas consideradas limpas é essencial. Tal premissa destaca as matrizes de produção energética renovável, sobressaindo-se a energia eólica.

Na década de 2010, as demandas por energia para consumo doméstico e industrial quase levaram ao colapso o sistema de produção energética do Brasil (Galbiatti-Silveira, 2018)<sup>2</sup>, além disso, a adoção de uma série de compromissos internacionais de proteção ambiental imbuiu o país da necessidade de diversificar sua matriz energética, com vistas inclusive à ampliação de sua capacidade de produção de energia renovável. Diante dessa demanda, a construção de parques eólicos constituiu uma das vias adotadas ao longo dos últimos anos, principalmente na Região Nordeste, onde há o maior potencial de exploração desse tipo de energia (Silva, 2023). Essa matriz energética, além de ser considerada um dos modelos menos nocivos ao ambiente, tem custos de produção reduzidos e elevada rentabilidade. A partir desse contexto, a adoção da matriz energética eólica no Brasil constitui objeto de análise deste artigo, especificamente, com o fim de verificar se sua exploração pode ser compreendida como uma via de desenvolvimento sustentável.

Metodologicamente, este estudo é pautado em uma investigação documental e bibliográfica. No aspecto documental, foram considerados os principais relatórios e políticas nacionais sobre a utilização das matrizes energéticas nacionais, como o Programa Emergencial de Energia Eólica – Proeólica – e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – Proinfa –, dentre outros. No aspecto bibliográfico, foram contemplados artigos, teses e dissertações sobre o tema, consultados nas plataformas digitais SciELO e Google Acadêmico. Nesse caso, os critérios de seleção foram a pertinência temática e a profundidade da abordagem; foram priorizados os trabalhos mais recentes, publicados entre 2020 e 2025.

<sup>2</sup> Segundo Galbiatti-Silveira (2018), o Brasil já enfrentou graves crises energéticas, dentre as quais a mais emblemática foi o “apagão” ocorrido em 2003, além de um outro destaque registrado em 2015, que ocasionou o aumento das tarifas de energia elétrica logo no início do referido ano.

A análise dos materiais coletados baseou-se na abordagem qualitativa, na medida em que se apropriou de ensinamentos, experiências e informações diversas sobre a matriz eólica no Brasil e, também, na abordagem quantitativa, mediante a utilização de dados estatísticos e outras vias de mensuração para aferição do processo de exploração desta matriz energética e seus reflexos sociais, econômicos e ambientais. O texto é estruturado em três eixos. Inicialmente, verifica-se como tem ocorrido a construção e a exploração da matriz energética eólica no Brasil. No segundo eixo, é analisada a evolução conceitual e as diversificadas concepções da ideia de desenvolvimento até o paradigma da sustentabilidade. Por fim, é examinada se a adoção de tal matriz, aos moldes atuais, pode ser considerada uma medida voltada para a promoção do desenvolvimento sustentável.

## 2 Energia eólica

A atividade humana sempre buscou servir-se dos meios disponíveis para galgar a produção de bens de consumo, seja por intermédio da manipulação da força braçal (sobretudo escrava), pelo uso da tração animal, do movimento das águas ou da força dos ventos. Consoante aponta Traldi (2018), estas foram as principais fontes de energia até meados do século XVIII e, muito embora fossem mediatizadas por técnicas específicas e tenham contribuído para aumentar a capacidade produtiva e a reprodução social, o potencial energético era limitado. Segundo Cunha *et al.* (2019), a energia eólica nesse momento era utilizada essencialmente para o bombeamento da água pelos moinhos de vento<sup>3</sup>.

Por conseguinte, duas grandes invenções contribuíram sobremaneira para o aumento da capacidade técnica-produtora do homem: a máquina a vapor (a partir da segunda metade do século XVIII) e o motor a explosão (final do século XIX e início do século XX). Dessa maneira, a revolução industrial não apenas

<sup>3</sup> O primeiro registro histórico da utilização de moinhos é da Pérsia, por volta de 200 a. C. Na Europa, o desenvolvimento de moinhos de vento iniciou no retorno das Cruzadas, o que culminou em sua ampla utilização para bombeamento d'água na Holanda entre os séculos XVII e XIX, possibilitando a drenagem de áreas abaixo do nível do mar, o que reforça a importância de seu uso na época (Cunha *et al.*, 2019, p. 690).

representou uma revolução produtiva, mas também de apropriação e utilização de novas matrizes energéticas, a partir do que se sobressaiu o uso de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo, gás natural, etc.), como recurso que prevaleceu no curso do século XX, sobretudo pelo seu alto valor energético, flexibilidade na utilização e facilidade de transporte (Alves, 2017), mas que, ao mesmo tempo, vem impactando negativamente a sustentabilidade ambiental mundial.

Entretanto, em face da crise econômica da década de 1970, que levou à queda na oferta de petróleo, principal insumo energético mundial, diversos países passaram a buscar fontes alternativas de produção e é nesse contexto que, modernamente, emerge a viabilidade da energia eólica (Lima *et al.*, 2018). A respeito disso, Traldi (2018) ressalta que o desenvolvimento tecnológico dos últimos anos tem permitido o uso de fontes de energia alternativas, sobretudo de caráter renovável, caso da energia eólica, que tem ocupado lugar na matriz energética de muitos países centrais (como registrado na Europa Ocidental)<sup>4</sup>, por diversas razões, dentre as quais se destacam o interesse por menor dependência dos combustíveis fósseis, devido à sua finitude; e o discurso de caráter ambientalista que permeia a ideia de redução da emissão de gases poluentes na atmosfera.

De maneira recente, muitos países têm aderido à adoção da matriz energética eólica, dentre os quais destacam-se China, Estados Unidos e Brasil, que têm grandes dimensões territoriais e elevadas demandas domésticas e industriais<sup>5</sup>. Segundo Bezerra (2021, p. 2), “a geração eólica tem experimentado crescimento expressivo no mundo, tendo alcançado 733,3 GW de potência instalada em 2020. No decênio compreendido entre 2011 e 2020, a capacidade instalada de geração eólica evoluiu à taxa média de 14,7% a.a.”. Notadamente, o aumento da capacidade de produção

4 Os primeiros parques eólicos, destinados à comercialização de energia elétrica em larga escala, passaram a operar nos EUA e na Europa Ocidental a partir da década de 1980. Este processo foi liderado por alguns países, entre eles, Dinamarca, Alemanha, Espanha, Estados Unidos e China. Já nos anos 2000, boa parte dos países europeus ocidentais já utilizava a energia eólica *onshore* em alguma proporção e mantinha programas de ampliação da instalação de parques eólicos com apoio governamental (Traldi, 2018, p. 2-3).

5 Segundo Bezerra (2021, p. 3), “A capacidade instalada de geração eólica é relativamente concentrada em apenas três países: China (38,5%), Estados Unidos (16,1%) e Alemanha (8,5%). Em conjunto, representam 63% do total implantado no planeta”.

energética tem crescido não apenas pelo aumento da quantidade de parques, mas também pelo aprimoramento tecnológico, não obstante o acolhimento internacional do discurso de proteção ambientalista por uma economia de baixo carbono, tal como fora observado na Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas, em 2021.

## 2.1 A Energia eólica no Brasil

A primeira operação comercial via aerogerador no Brasil, e também na América do Sul, foi registrada em 1992. Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), uma turbina eólica de 225 kW operou no arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco) como resultado da parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), sob financiamento do instituto de pesquisa dinamarquês Folkecenter.

Até 1995, o setor elétrico brasileiro era verticalizado e formado por estatais que controlavam tanto a geração quanto a transmissão e a distribuição, cenário que passou por alterações após a promulgação da Lei nº 9.074/1995, que permitiu a entrada da iniciativa privada. Novo avanço ocorreu a partir de 1998, em razão da criação do Sistema Interligado Nacional (SIN)<sup>6</sup> pela Resolução nº 351 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). No mesmo ano, foi instalada a Central Eólica de Taíba, em São Gonçalo do Amarante (Ceará), a primeira central a atuar como produtora independente no país.

Em 2001, diante da crise energética nacional, foi instalada uma câmara de gestão de crise que criou o Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica), que propunha a geração de 1050 MW de energia mediante implantação de parques eólicos no país (Pinto; Santos, 2019). Pouco depois foi criado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), por meio da Lei nº

6 O SIN é o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil, de caráter hidro-termo-eólico de grande porte, interconectado por meio de uma robusta malha de transmissão, conectada para possibilitar o suprimento do mercado consumidor do país. Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2022) em outubro de 2022 a capacidade instalada do SIN é 178.555 MW no país, dos quais 22.398 MW (12,5%) é de energia eólica. Há, ainda, uma projeção de aumento para 29.670 MW e uma participação na matriz energética brasileira ampliada para 14,8% já em 2026.



10.438/2002, com o objetivo de incentivar o aumento da participação de alternativas renováveis (dentre as quais, a energia eólica) na produção de energia elétrica do Brasil, partindo de uma tarifa *feed-in*<sup>7</sup>, com a exigência de que 60% dos componentes estruturais das torres e demais mecanismos atinentes à exploração da energia fossem provenientes da indústria local. Ainda em 2002 foi criada a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, que visa a promoção e divulgação da utilização da energia eólica.

Devido à falta de capacidade tecnológica local inicial, a entraves burocráticos (como lentidão nas avaliações ambientais) e a dificuldades de construção da rede de distribuição, houve atrasos iniciais para implementação do Proinfa, algo apenas suprido mediante a criação do programa de licitação competitiva chamado Leilão de Energia de Reserva (LER), criado pelo Decreto nº 6.353/2008, que aboliu os requisitos de conteúdo local, mantendo como obrigatório apenas àqueles que recorriam ao financiamento do BNDES. A partir de 2012, com a flexibilização da exigência de adoção de alguns conteúdos locais, o banco conseguiu melhorar o processo de acreditação e reaquecimento do mercado, permitindo a expansão da matriz de energia eólica no Brasil.

Atualmente, o Proinfa é administrado pelo Ministério de Minas e Energia, tanto em termos de avaliação como planejamento anual para implementação, a fiscalização da técnica e o cumprimento dos demais critérios do programa são realizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Já a celebração de contratos de compra de energia elétrica é uma atividade de responsabilidade da Eletrobrás (Lima *et al.*, 2018).

Desde 2021, o Brasil tem demonstrado elevado potencial eólico decorrente dos ventos elísios, chegando a ocupar a 6ª posição no *ranking* mundial de capacidade total instalada *onshore*, com 795 usinas instaladas até aquele ano, sobretudo na Região Nordeste, que concentra 88,7% da geração total, com destaque para os estados do Rio Grande do Norte, Bahia, Piauí e Ceará (ABEEólica, 2022).

<sup>7</sup> A tarifa *feed-in* é um mecanismo de incentivo ao investimento em energias renováveis, como a eólica.

Ainda segundo a ABEEólica (2022), alguns benefícios diretos são proporcionados pela energia eólica, dentre os quais: contribuir para o fornecimento energético nacional, contribuir para a redução da utilização de outras matrizes que emitem gás carbônico (CO<sub>2</sub>), ser renovável, ter um dos melhores custo-benefício na tarifa de energia, movimentar 321 bilhões na economia nacional e criar quase 196 mil postos de trabalho entre 2011 e 2020. A partir destes resultados, cumpre questionar se o investimento nesta matriz energética constituiria incentivo ao desenvolvimento sustentável do Brasil. Tal questionamento perpassa, necessariamente, por uma análise sobre a ideia de desenvolvimento sustentável e sua relação com a energia eólica.

### 3 A ideia de desenvolvimento sustentável

A expressão desenvolvimento sustentável foi empregada pela primeira vez em agosto de 1979, no Simpósio das Nações Unidas sobre Inter-relações entre Recursos, Ambiente e Desenvolvimento (Veiga, 2006). Já Barbieri (2020) considera que essa expressão foi apresentada pela primeira vez pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUNC) e pelo *World Wildlife Fund (WWF)*, no documento denominado Estratégia de Conservação Mundial (*World Conservation Strategy*), apresentado em 1980, em que se afirma, diversas vezes, que o desenvolvimento sustentável e a conservação da natureza são elementos mutuamente dependentes, de tal maneira que a continuidade de um depende do outro.

Partindo dessa premissa, Sugahara e Rodrigues (2019) apontam que a ideia de sustentabilidade foi elaborada com base em duas matrizes essenciais<sup>8</sup>:

a) de caráter ecológico, ou seja, relacionada à capacidade de resiliência dos ecossistemas, à condição de absorver impactos, enfrentar distúrbios e, ainda assim, manter sua estrutura e função sob diferentes pontos de equilíbrio;

8 Neste sentido, Veiga (2010, p. 39) informa: “embora capeiem debates sobre a noção de sustentabilidade em quase todas as áreas do conhecimento, eles obrigatoriamente têm suas raízes nas reflexões de duas disciplinas consideradas científicas: ecologia e economia”.

b) de caráter econômico, ainda que não haja consensos sobre seu nível de exploração, é atualmente compreendida sob a perspectiva de uma sustentabilidade forte<sup>9</sup> (quando o nível de capital natural possui determinadas características qualitativas que não são substituíveis e que, portanto, deve ser mantido estável para ser passado às futuras gerações) e sustentabilidade fraca<sup>10</sup> (entende que o capital natural é visto sob o prisma quantitativo, como um Produto Interno Bruto potencial, logo, podendo ser substituído por outros tipos de capitais como o financeiro e o humano para as gerações vindouras).

Para Mikhailova (2004, p. 28), a ideia de sustentabilidade se relaciona à continuidade do consumo que pode ser realizado por tempo indefinido sem degradar os estoques de capital total, que é compreendido pela soma dos capitais material (manufaturado), humano e natural, destacando sua atenção sobretudo a este último, que é identificado como único que não pode ser reproduzido pelas gerações futuras. Assim, o autor entende que o capital natural é patrimônio natural da humanidade.

Contudo, o conceito de desenvolvimento sustentável, de caráter formal, recebeu importantes contributos no decorrer da história recente. Segundo Barbieri (2020), as novas dimensões do desenvolvimento sustentável não podem ser pensadas apenas com base em uma concepção tradicional de estoque e fluxos de recursos naturais e capitais, mas também com base em uma ideia de usufruto das liberdades substantivas<sup>11</sup> e de melhores condi-

9 “En efecto, la SF [Sostenibilidad Fuerte] concibe al capital natural como no sustituible a través de otras formas del capital [...] tiene como objetivo conservar y mantener la capacidad de la biosfera para poder sopesar los impactos del desarrollo. En consecuencia, es necesario generar límites, barreras frente a la utilización de los recursos naturales y servicios ambientales, los cuales están delimitados por la capacidad de la naturaleza para absorber o eliminar la contaminación” (Rodríguez, 2021, p. 137-138). Em tradução livre: “de fato, a SF [Sustentabilidade Forte] concebe ao capital natural como não substituível através de outras formas de capital [...] tem como objetivo conservar e manter a capacidade da biosfera para poder sopesar os impactos do desenvolvimento. Consequentemente, é necessário gerar limites, barreiras frente à utilização dos recursos naturais e serviços ambientais, os quais estão delimitados pela capacidade da natureza para absorver ou eliminar a contaminação”.

10 “A sustentabilidade fraca, que é defendida pela economia neoclássica, sugere que o capital natural pode ser substituído pelo capital manufaturado ou capital humano para continuar as atividades econômicas, não considerando que pode haver escassez deste tipo de capital, sendo que ele é obtido fora processo de produção econômica” (Souza, 2020, p. 104).

11 Neste sentido, o desenvolvimento é pensado por Sen (2009, p. 264), como liberdade sustentável atenta “a preservação e, quando possível, a expansão das liberdades e capacidades substantivas das pessoas de hoje ‘sem comprometer a capacidade das gerações futuras’ de ter liberdade semelhante ou maior”.

ções sociais<sup>12</sup> (usufruto de direitos e condições condignas de vida), associado ao exercício de sua participação política (considerada uma questão basilar que passa pelo empoderamento dos atores sociais), institucional (por meio dos espaços de participação cidadã), econômica (pensada com base na função social da propriedade e dos contributos para promoção de condições materiais de subsistência) e ambiental (compreendida pela busca de uma ecoeficiência sem deixar de lado a responsabilidade socioambiental).

Com base na análise da evolução do conceito de desenvolvimento sustentável, Machado e Matos (2020) consideram que as discussões sobre o tema acabaram ganhando maior complexidade ao se confrontar com as crises ambientais, sociais, econômicas, de saúde pública e até políticas que, aos poucos, possibilitaram superar a definição formal apresentada pela IUCN (1980), para incorporação de elementos que permitiram sua compreensão baseada em uma lógica de necessária integração entre as gerações presentes e futuras. O conceito pressupõe, ainda, a integração dos espaços locais, regionais, nacionais e globais, dos capitais natural, humano, financeiro, institucional e tecnológico, na exigência de se (re)pensar o papel dos governos para o atendimento das necessidades sociais, implementação de políticas públicas, inclusão, conectividade, equidade, segurança, participação democrática, dentre outros; tudo isso precisa ser refletido segundo essa multidimensionalidade de fatores que concentram um complexidade a ser aferida e analisada diante dos seus processos e práticas<sup>13</sup>.

Como aponta Edgar Morin (1998, p. 138): “somos seres simultaneamente físicos, biológicos, sociais, culturais, psíquicos e espirituais, é evidente que a complexidade<sup>14</sup> reside no fato de se tentar conceber a articulação, a identidade e a diferença entre todos estes aspectos”. Assim, de igual forma, ao pensar em desenvolvimento

12 Fischer e Amekudzi (2011, p. 39) consideram o desenvolvimento sustentável como “um processo que fornece uma aceitável ou melhorada qualidade de vida para indivíduos e comunidades enquanto preserva os ativos que permitem essa condição de continuidade”.

13 Para Buchs e Blanchard (2011), qualquer denominação a ser adotada sobre desenvolvimento sustentável, ainda que seja simples ou até restritiva, há de ser consideradas ao menos suas dimensões econômica, ambiental e social.

14 “Complexus significa o que foi tecido junto; de fato, há complexidade quando elementos diferentes são inseparáveis constitutivos do todo (econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico), e há um tecido interdependente, interativo e inter-retroativo entre o objeto de conhecimento e seu contexto, as partes e o todo, o todo e as partes, as partes entre si. Por isso, a complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade” (Morin, 2003, p. 38).

sustentável é necessário levar em consideração esta multiplicidade de fatores que permeiam a inter-relação entre homem, sociedade e natureza, algo de caráter complexo, interdependente e que pode assumir diferentes conotações de acordo com cada realidade.

Assim, ao verificar a possibilidade de construção de um modelo de sustentabilidade com base no investimento em energia eólica no Brasil, é importante considerar não apenas conceitos e abordagens teóricas, mas a prática operativa dos processos de implementação e execução, as vivências das comunidades após a instalação e o aproveitamento econômico, social e ambiental da implementação desta matriz.

#### 4 Energia eólica: política de desenvolvimento sustentável?

O grande avanço da produção de energia eólica, seja por intermédio dos incentivos fiscais ou financeiros protagonizados pelo BNDES, e seus reflexos econômicos, sociais e ambientais têm sido analisados por alguns estudiosos como um modelo de política de desenvolvimento sustentável, por demonstrar o intento em conciliar interesses econômicos, sociais, ambientais, dentre outros. Neste sentido, Rennkamp *et al.* (2020) entendem que o desenvolvimento da matriz eólica tem promovido o que chamam de *Big Push* para a sustentabilidade, com base no que consideram uma tripla eficiência:

- a) promoção de externalidades positivas de aprendizagem e inovação que se irradiam pela cadeia produtiva;
- b) ganhos crescentes de escala e especialização produtiva de bens, sob demanda contínua, gerando efeitos significativos para a economia e para a geração de empregos;
- c) eficiência da sustentabilidade sob os pilares econômico (barrateamento do preço da energia), social (geração de empregos e receitas) e ambiental (redução da emissão de gases e poluição do ar).

Para Rennkamp *et al.* (2020), a expansão da energia eólica tem vários pontos de intercomunicação com a Agenda 2030 da ONU, sobretudo quanto aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a citar:

- a erradicação da pobreza (ODS 1) e redução das desigualdades (ODS 10), por contribuir para a redução das disparidades regionais e a geração de renda em regiões historicamente carentes;
- saúde e bem-estar (ODS 3) e energia limpa e acessível (ODS 7);
- [...]
- ação contra a mudança global do clima (ODS 17), por contribuir para o cumprimento dos compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito do Acordo de Paris, como descrito acima (Rennkamp *et al.*, 2020, p. 195).

Seguindo esta perspectiva, Nascimento *et al.* (2012), ao analisarem o sistema setorial de energia eólica no Brasil, constataram que era possível verificar que as práticas então desenvolvidas, atreladas à implantação e à ampliação do aproveitamento dos recursos energéticos eólicos no país, atendiam aos pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental). Contudo, nessa mesma pesquisa, verificaram que fatores econômicos têm sido decisivos em termos de viabilidade dos projetos e, mais ainda, na adoção de políticas ambientais e sociais.

Por conseguinte, além de analisar os aspectos teóricos de promoção de sustentabilidade pela energia eólica, é imprescindível considerar os reflexos de sua prática de implantação e execução para as comunidades onde estão instalados os parques eólicos. É nesse contexto que Barbosa e Cândido (2018) elaboram uma pesquisa pautada na análise prática da sustentabilidade nos municípios paraibanos onde há parques eólicos em funcionamento ou outorgados (Alhandra, Junco do Seridó, Mataraca, São José do Sabugi e Santa Luzia).

Metodologicamente, tal estudo adotou como parâmetro para suas análises o “barômetro da sustentabilidade” (que congrega 28 indicadores quantitativos sobre o bem-estar humano e ambiental), o que permitiu constatar que a implantação dos parques não repercutiu de maneira decisiva para a melhoria da qualidade de vida social nos municípios, em vez disso, observou-se um déficit de contribuição para melhoria dos níveis de desenvolvimento, já que os resultados verificados nos anos de 2004 e 2014 demonstram, inclusive, que algumas cidades pioraram:

A implantação de empreendimentos eólicos nem sempre é contributiva para a geração do desenvolvimento sustentável. Tal constatação pode ser confirmada com os resultados obtidos com a realização da pesquisa, uma vez que, ocorreram reduções significativas nos índices de bem-estar social e ecossistêmico para o conjunto de municípios paraibanos que tiveram experiências com este setor (Barbosa; Cândido, 2018, p. 91).

Por constatar a piora de alguns indicadores<sup>15</sup>, observou-se até variações negativas dos índices de sustentabilidade, como aconteceu com as cidades de Junco do Seridó e Mataraca, que passaram para a classificação de potencialmente insustentáveis (ou pobres) em 2014. Enquanto isso, as demais localidades analisadas mantiveram sua sustentabilidade em nível médio, não demonstrando haver efetivos avanços, conforme apontam Barbosa e Cândido (2018).

A experiência prática verificada em outras localidades não é diferente do caso paraibano. Segundo Moreira *et al.* (2017), após analisarem as mudanças advindas da implantação dos empreendimentos de energia eólica nos municípios de Acaraú e Itarema no Ceará, verificaram que o discurso de sustentabilidade do negócio e de favorecimento à população local, em termos de geração de empregos, renda e melhorias de condições de vida, na verdade,

15 Como exemplo, Barbosa e Cândido (2018) destacam que a qualidade da saúde de alguns municípios decresceu pelo incremento no número de moradores em face da estagnação na quantidade de unidades de saúde, além de haver uma reduzida renda *per capita* que retrata a dificuldade de o mercado interno absorver a mão de obra existente.



ocultava uma outra realidade, um cenário de muitos impactos, como descrevem tais autores:

a) as mudanças no cotidiano das comunidades, sobretudo pelas mudanças de caráter ambiental e a necessidade de ocupação de espaços para a construção de usinas, indústrias e toda uma rede de serviços necessários à execução do sistema de produção;

b) as transformações de caráter financeiro, sobretudo ao considerar o impacto sobre a atividade econômica familiar, ocasionando a diminuição de renda, principalmente daquelas pessoas que vivem da pesca artesanal;

c) ambientalmente, tem-se uma afetação que vai além da devastação, como o ruído das torres e o óleo empregado para a manutenção dos equipamentos, impactando sobretudo perante a vida animal.

Ainda de acordo com Moreira *et al.* (2017), além da frustração das expectativas econômicas e sociais pelos poucos postos de trabalho oferecidos à população local<sup>16</sup> e baixo nível de envolvimento das empresas com questões locais, houve uma insatisfação com o discurso ambientalista, frente à devastação ambiental e à ocorrência de ruídos.

Ao analisar os impactos socioambientais dos parques eólicos no Brasil, Silva *et al.* (2022) constataram que a maior parte das vagas de emprego geradas são temporárias e, ainda assim, destinadas à mão de obra qualificada externa à comunidade, não obstante a incidência de problemas ambientais, como destruição de *habitat* de animais decorrente da devastação da vegetação, diminuição da fauna alada e terrestre, movimentação das dunas para os rios, barulho constante, inclusive, afetando a saúde psicológica de moradores. Há, ainda, a incidência de outros problemas, como sobrecarga dos serviços públicos e agravamento dos problemas sociais já existentes.

<sup>16</sup> Quando da análise sobre o reflexo dos parques eólicos nos municípios de Caetité (BA) e João Câmara (RN), em termos de geração de empregos, Traldi (2014) constatou que não foi gerada uma quantidade significativa ao ponto de promover o desenvolvimento local.



Uma questão a ser analisada também nesse contexto é a exploração da população local mediante a celebração de contratos, no mínimo, duvidosos, já que na maioria das vezes não há sequer uma negociação dos valores firmados; ao contrário, há a imposição de cláusulas de confidencialidade e previsão de multas milionárias aos proprietários de terras em caso de desistência do arrendamento eólico, circunstâncias que demonstram o desequilíbrio contratual entre empresas e os proprietários dos terrenos, em prejuízo destes (Traldi, 2021). Assim, muito embora a utilização da matriz energética eólica se assente num discurso de sustentabilidade, sobretudo por se tratar de uma fonte renovável e com nível de impacto ambiental inferior a outras, é possível constatar que “mesmo aparentemente inofensivos, os empreendimentos remetem a novos impactos passíveis de novas possibilidades de reivindicação social” (Moreira *et al.*, 2017, p. 93).

Notadamente, em que pese os avanços tecnológicos e ambientais no sentido de buscar novas fontes de energia, de caráter renovável, menos impactantes para a natureza, rentáveis e com reflexos sociais positivos, tal como se descreve ou se propõe que seja a matriz eólica, constata-se que sua viabilidade, nos moldes desenvolvidos no Brasil, atende apenas aos interesses econômicos das empresas exploradoras da matriz, em detrimento dos anseios comunitários, de tal modo não se traduzindo uma política de desenvolvimento sustentável.

## 5 Considerações Finais

As transformações industriais, econômicas e tecnológicas da sociedade empenharam um consumo cada vez maior de energia. Num primeiro momento, o consumo de combustíveis fósseis e de demais recursos naturais, ao ocasionar impactos ambientais, imbuíram a sociedade da tarefa de buscar por outros meios, novas fontes menos impactantes e, sobretudo, de caráter renovável. Esse cenário contribuiu sobremaneira para a elaboração, no decorrer das últimas décadas, de novos processos de exploração e utiliza-

ção de matrizes energéticas menos poluentes, destacando-se a eólica. Tais matrizes são difundidas pelo mundo sob o discurso de se tratar de uma “energia verde”, responsável por favorecer o desenvolvimento sustentável.

Desde o final do século XX, observa-se que a ideia de desenvolvimento sustentável, que de início primava apenas pelo balizamento entre o crescimento econômico e a proteção ecológica, tem evoluído e passou a abarcar outros elementos, como a inclusão social, a garantia de liberdades substantivas e a vida digna, a participação política, o exercício da cidadania, a minimização das desigualdades sociais e regionais, dentre outros, o que sugere ser compreendido como um processo de promoção e proteção socioeconômica, cultural e natural no presente, mas olhando para o futuro, para as gerações vindouras.

Por conseguinte, ao verificar a procedência do discurso de sustentabilidade advogado pelas empresas, associações do setor e até governos associados à exploração da energia eólica, e observar as condições das comunidades brasileiras, sobretudo da Região Nordeste, onde foram implantados os parques eólicos, constatou-se uma práxis que diverge do discurso.

A promessa de contribuição e proteção social, cultural, minimização dos impactos ambientais e até econômicos não ressoa de maneira incontestada no cenário de convivência das comunidades onde são localizados os parques eólicos. Observa-se, ainda, que a instalação dos serviços de captação nestas regiões nem sempre é acompanhada por uma dinâmica de participação e colaboração popular, muito menos é vertida em melhor prestação de serviços públicos, geração de emprego e renda, ou mesmo melhoria das condições de vida das comunidades. Há, também, a constatação de impactos ambientais para a fauna e a flora local, ainda que não tão severos como ocorre na exploração de outras matrizes energéticas.

Dessa maneira, percebe-se que a implementação da matriz energética eólica, ainda que apresente sinais positivos, sobretudo em comparação com outras matrizes, necessita ser precedida de um debate comunitário amplo, sobretudo quanto às repercussões sociais, econômicas e até ambientais.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Brasil supera os 4 GW de potência instalada em 2025**. 2025.

Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2025/brasil-supera-os-4-gw-de-potencia-instalada-em-2025>. Acesso em: 9 nov. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução 351, de 11 de novembro de 1998**. Autoriza o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS a executar as atividades de coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/res1998351.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2025.

ALVES, A. M. **Desenvolvimento de um aplicativo computacional para dimensionamento técnico e econômico de biodigestores tipo tubular**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). **Quem somos**: Conheça mais sobre nossa história. [s.d.]. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/quem-somos/#missao-visao-valores>. Acesso em: 10 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). **Boletim Anual 2021**. São Paulo, ABEEólica, 2022.

BARBIERI, José Carlos. **Desenvolvimento sustentável**: das origens à Agenda 2030. Petrópolis: Vozes, 2020.

BARBOSA, Amanda de Paula Aguiar & CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. "Sustentabilidade municipal e empreendimentos eólicos: uma análise comparativa de municípios com investimentos na geração de energia eólica no estado da Paraíba". **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 68-95, maio – ago. 2018.

BEZERRA, Francisco Diniz. "Energia Eólica no Nordeste". **Caderno Setorial ETENE**, v. 6 n. 200, p. 01 - 13, dez. 2021. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1045/1/2021\\_CDS\\_200.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1045/1/2021_CDS_200.pdf). Acesso em: 10 out. 2025.

BUCHS, Arnaud; BLANCHARD, Odiler. "Exploring the concept of sustainable development through role-playing". **The Journal of Economic Education**, v. 42, n. 4, p. 388-394, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/00220485.2011.606089>.

CUNHA, Eduardo Argou Aires *et al.* Aspectos históricos da energia eólica no brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n.4, p. 689- 697, 2019.

FISCHER, Jamie Montague; AMEKUDZI, Adjo. "Quality of life, sustainable civil infrastructure, and sustainable development: strategically expanding choice". **Journal of Urban Planning and Development**, v. 137, n. 1, p. 39-48, mar. 2011. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000039](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000039).

GALBIATTI-SILVEIRA, Paula. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e diversificação da matriz energética brasileira. **Opinião Jurídica**, Medellín, v. 17, n. 33, p. 123-147, junho 2018. Disponível em: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-25302018000100123&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-25302018000100123&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 10 nov. 2025.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES – IUCN. **World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development.** Gland, Switzerland, 1980. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCS-004.pdf>. Acesso em: 11 out. 2024.

LIMA, Elaine Carvalho *et al.* Energia eólica no Brasil: oportunidade e limitações para o desenvolvimento sustentável. **Estudo & Debate**, Lajeado, v. 25, n. 1, p. 216-236, 2018.

MACHADO, Diego de Queiroz; MATOS, Fátima Regina Ney. Reflexões sobre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade: categorias polissêmicas. **REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade**, v. 10, n. 2, p. 14-26, 2020.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Economia e Desenvolvimento**, v. 16, p. 22-41, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5902/141465093442>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/eed/article/view/3442>. Acesso em: 12 out. 2025.

MOREIRA, Roseilda Nunes *et al.* Sustentabilidade e energia eólica: percepções comunitárias no interior do Ceará – Brasil. **Colóquio – Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara/RS, v. 14, n. 1, p. 79 - 97, jan. - jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.26767/568>. Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/view/568>. Acesso em 13 out. 2025.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**. 2. ed. Rio de Janeiro, Berhand, 1998.

MORIN, Edgar. Notas para um ‘Emílio’ Contemporâneo. *In*: PENA-VEJA, A.; ALMEIDA, C. R. S.; PETRAGLIA, I. (Orgs). **Edgar Morin: Ética, Cultura e Educação**. São Paulo: Ed. Cortez, 2003.

NASCIMENTO, Thiago Cavalcante *et al.* Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, 10 (3), 630-651, set. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/QMWwLZbx6pFdDT9DP8NWkZh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2025.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Evolução da capacidade instalada no SIN - outubro 2022/ dezembro 2026**, 2022. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Acesso em: 10 out. 2025.

PINTO, Rodrigo Jambeiro; SANTOS, Vivianni Marques Leite dos. “Energia eólica no Brasil: evolução, desafios e perspectiva”. **RISUS – Journal on Innovation and Sustainability**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 124-142., mar. - maio. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.24212/2179-3565.2019v10i1p124-142>.

RENNKAMP, Britta *et al.* Política de conteúdo local e incentivos financeiros no mercado de energia eólica no Brasil. *In*: GRAMKOW, Camila (Org.). **Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável. Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil**. Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2020.

RODRÍGUEZ, Dustin Tahisin Gómez. Sostenibilidad. Apuntes sobre sostenibilidad fuerte y débil, capital manufacturado y natural. **Inclusión & Desarrollo**, a. 1, v. 8, p. 131-143, 2021.

SUGAHARA, Cibele Roberta & RODRIGUES, Eduardo Luiz. Desenvolvimento Sustentável: Um Discurso em Disputa. **Desenvolvimento em Questão**, a. 17, v. 49, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/752/75261084003/75261084003.pdf>. Acesso em: 12 out. 2025.

SEN, Amartya. **A ideia de justiça**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

SILVA, Luiza Ferreira da *et al.* Impactos socioambientais de parques eólicos no Brasil: uma revisão da literatura. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, p. 1508 – 1515, jul. – set. 2021.

SILVA, Jose Alderir. Energia Eólica no Brasil: Avanços e Desafios. **Princípios**, v. 42, n. 167, p. 179 – 202, 2023. Disponível em: <https://revistaprincipios.emnuvens.com.br/principios/article/view/274>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SOUZA, Thais Andreia Araujo de. PIB Verde no Brasil: uma análise de medida de sustentabilidade econômica. **Orbis Latina**, v. 10, n. 3, p. 101-116, jul. - dez. 2020. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/orbis/article/view/2035/2032>. Acesso em: 12 out. 2025.

TRALDI, Mariana. **Novos usos do território no semiárido nordestino**: implantação de parques eólicos e valorização seletiva nos municípios de Caetité (BA) e João Câmara (RN). Dissertação (mestrado). Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 2014.

TRALDI, Mariana. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido brasileiro. **Scripta Nova**, a. XXII, v. 589. 2018. Disponível em: <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/19729/23618>. Acesso em: 10 out. 2025.

TRALDI, Mariana. Acumulação por despossessão e green grabbing: parques eólicos, arrendamento e apropriação de terras no semiárido brasileiro. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 24, p. 01 – 22, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200052r2vu2021L4TD>.

VEIGA, José Eli da. Neodesenvolvimentismo: quinze anos de gestação. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 3, p. 83-94, jul. - set. 2006.

VEIGA, José Eli da. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos Avançados**, a. 24, v. 68, p. 39-52, 2010. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10465/12196>. Acesso em: 12 out. 2025.