

Desafios de gestão e impactos socioambientais provocados pelas fontes de energias renováveis implantadas na Paraíba em 2022, NE Brasil

Yanara Pessoa Leal^{1,2}

¹Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA. Av. Monsenhor Walfredo Leal, 181. Tambiá. João Pessoa-PB (CEP 58020-540). E-mail: yanarapleal@gmail.com.

²Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Jurídicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Jurídicas. *Campus* Universitário. João Pessoa-PB, Brasil (CEP 58051-900).

Resumo. A pesquisa analisa o licenciamento ambiental de empreendimentos de energia renovável no Estado da Paraíba, com ênfase em 2022, abordando os impactos ambientais e socioeconômicos gerados por esses projetos. O estudo examina questões como a supressão de vegetação, a disponibilidade hídrica e as alterações no microclima local, enfatizando os desafios enfrentados pela gestão do licenciamento ambiental na região. Em 2022, foram emitidas diversas licenças ambientais, para a instalação de usinas fotovoltaicas e parques eólicos no Estado da Paraíba, que exigiram a realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e a elaboração do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Além disso, foi necessária a autorização para a supressão de vegetação em novas áreas, que levanta questões sobre a viabilidade de conciliar o desenvolvimento sustentável com a preservação ambiental e o bem-estar das comunidades locais. A pesquisa destaca a importância da transição da matriz energética brasileira para fontes renováveis, ao mesmo tempo em que sublinha que a contribuição do Brasil para a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) está mais diretamente relacionada ao combate ao desmatamento, queimadas e práticas agrícolas. O estudo contextualiza os dilemas emergentes com a implementação de parques eólicos e usinas fotovoltaicas, apontando para a necessidade de um planejamento que considere tanto os benefícios econômicos quanto os potenciais impactos ambientais e sociais.

Palavras-chave: Energias renováveis; Impactos ambientais; Impactos sociais; Impactos socioambientais; Licenciamento ambiental.

Abstract. *Management challenges and socio-environmental impacts caused by renewable energy sources implemented at Paraíba in 2022, NE Brazil.* The research analyzes the

Recebido
14/01/2025

Aceito
15/03/2025

Publicado
30/04/2025



Acesso aberto



ORCID

0000-0002-5329-8942
Yanara Pessoa Leal

environmental licensing of renewable energy projects in Paraíba, with a focus on 2022, addressing the environmental and socioeconomic impacts generated by these projects. The study examines issues such as vegetation suppression, water availability, and changes in the local microclimate, emphasizing the challenges faced by environmental licensing management in the region. In 2022, several environmental licenses were issued for the installation of photovoltaic plants and wind farms in Paraíba, requiring the completion of an Environmental Impact Study (EIA) and the preparation of an Environmental Impact Report (RIMA). Additionally, authorization was needed for vegetation suppression in new areas, raising questions about the feasibility of reconciling sustainable development with environmental preservation and the well-being of local communities. The research highlights the importance of transitioning Brazil's energy matrix to renewable sources while also underscoring that Brazil's contribution to reducing greenhouse gas emissions (GHG) is more directly related to combating deforestation, fires, and agricultural practices. The study contextualizes the emerging dilemmas with the implementation of wind farms and photovoltaic plants, pointing to the need for planning that considers both the economic benefits and the potential environmental and social impacts.

Keywords: Renewable energies; Environmental impacts; Social impacts; Socio-environmental impacts.

Introdução

Passados mais de duas décadas desde o início deste século, a sociedade global mantém sob destaque a temática ambiental, em virtude dos receios com relação ao esgotamento dos recursos naturais. Contudo, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2024) a geração de energia elétrica é fator primordial no desenvolvimento econômico e social das organizações, e no Brasil, a matriz energética tem uma perspectiva de 45,2% de fontes renováveis em 2024, ou seja, carbono zero. Entretanto, a contribuição do país na redução de emissão dos gases de efeito estufa está mais ligada ao desmatamento, às queimadas e às atividades agrícolas, do que em razão da energia produzida a partir da queima de combustível fóssil (Barros et al., 2020).

A substituição das hidrelétricas e das termelétricas existentes no Brasil por outras matrizes elétricas é um dos principais compromissos assumidos pelo Brasil na Conferência do Clima das Nações Unidas COP-26, sendo o avanço nessa substituição percebido em todo país, especialmente no Nordeste. Nesse sentido, o Estado da Paraíba, somente no ano de 2022, emitiu mais de 70 licenças ambientais para empreendimentos voltados à geração de energia elétrica, a partir da apresentação de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), outorgadas pelo Conselho de Proteção do Meio Ambiente (COPAM), além de outras, consideradas de baixo impacto, outorgadas pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA, 2022).

Conforme Leal (2023), para a instalação dos referidos empreendimentos, fez-se necessário a supressão vegetal de mais de três mil hectares de terra, dos quais 0,025% correspondem à área total do Bioma Caatinga, um paradoxo que se insurge, por se tratar

da promessa de fonte de energia “limpa”, e o Brasil ser signatário mundial no combate à emissão dos gases de efeito estufa (GEE), sendo que o desmatamento propriamente dito, coloca o Brasil em quinto lugar no rol dos países que mais emitem GEE.

O presente trabalho fez uma contextualização do licenciamento ambiental dos empreendimentos de energia renovável no Estado da Paraíba, ocorrido junto na SUDEMA, em 2022, a despeito dos procedimentos adotados pelo órgão ambiental, no que se refere ao planejamento, instalação, operação e descomissionamento de usinas solares fotovoltaicas e dos parques eólicos, e como esses influenciam nos efeitos das mudanças climáticas, uma vez que demandam grandes supressões de vegetação, comprometimento na disponibilidade hídrica local, aumento do microclima, além de outros relacionados à fauna e às questões socioeconômicas da população local.

Delimitação do problema de pesquisa

O problema vislumbrado com a instalação e a operação das usinas solares fotovoltaicas e parques eólicos no Estado da Paraíba, com recorte em 2022, de acordo com os EIA/RIMAs apresentados à SUDEMA (2022), externam impactos negativos ao meio ambiente e social, mais notadamente ao Bioma Caatinga, onde se concentra quase que a totalidade dos empreendimentos, e que resultou no aumento do desmatamento, onde os processos de regeneração de áreas degradadas são mais lentos e significativos (Ribeiro, 2013). Isto porque, a implantação dessas usinas e parques, impõe a ocorrência de modificações drásticas nas paisagens (Ribeiro, 2013), pois, além da prática de supressão vegetal, ocorre a atividade de desfolha, remoção de terra e terraplanagem, que podem alterar o nível hidrostático do lençol freático (Barros et al., 2013).

Para a instalação de usinas solares fotovoltaicas, é necessária a supressão total da vegetação existente na área de sua abrangência. Por outro lado, a Caatinga é um bioma onde a regeneração é gradativa, devido aos longos períodos de estiagem e à predominância do sol na maior parte do ano, sendo esses fatores, agravantes na escassez de água, já crítica na região. Destarte, a remoção da vegetação não apenas reduz a cobertura verde, mas também compromete a retenção de água no solo, e as usinas fotovoltaicas em funcionamento, podem provocar o aumento da temperatura, modificando o microclima, porque parte da irradiação e da energia absorvida pelos painéis solares transforma-se em calor, que cria uma “bolha de calor” no conglomerado de placas, elevando a sensação térmica, que pode afetar ainda mais a disponibilidade hídrica e acelerar o processo de desertificação (Leal, 2024).

Já com relação aos parques eólicos, esses não demandam grandes áreas a serem suprimidas, mas a necessidade da escavação de poços artesianos na fase de instalação das bases dos aerogeradores eleva o consumo hídrico, influenciando na redução e captação de água subterrânea, que provoca a impermeabilização do solo, prejudicando o reabastecimento dos aquíferos, especialmente em áreas secas, onde os lençóis freáticos são fundamentais para garantir água à população (Staut, 2011). Outrossim, com o funcionamento dos aerogeradores, a avifauna local pode ser afetada, sobretudo em razão do elevado nível dos ruídos, que pode desorientar e estressar as aves, alterando os padrões de migração e habitat, levando a uma diminuição das populações locais, bem como ao risco significativo de colisões com aves em voo, resultando em lesões e mortes, impactando na biodiversidade regional (Ribeiro, 2013).

Para além das questões ambientais, verifica-se também, que a ausência de normativa expressa, que determine nos processos de licenciamento ambiental o distanciamento mínimo entre os aerogeradores e as residências locais, permite que os ruídos ocasionados pelo funcionamento das pás provoquem efeitos adversos à saúde humana, como perda de audição, síndrome de pânico e depressão (Nascimento et al., 2020). Além disso, os impactos socioeconômicos positivos, limitados às populações diretamente afetadas, porque as áreas que outrora eram destinadas à agricultura familiar,

com a celebração dos contratos de arrendamento centenários e de valores simbólicos, entre as empresas das energias renováveis e os proprietários da região, não asseguram renda suficiente para a manutenção das famílias, que não podem utilizar suas terras para a prática do cultivo (Ribeiro, 2013; SUDEMA, 2022).

Nessa contextualização, no intento de substituir a matriz energética atual, por fontes limpas e de carbono zero, o que vem a ser uma das promessas de sustentabilidade e combate às mudanças climáticas e seus efeitos, o processo de planejamento, instalação e operação das usinas solares fotovoltaicas e dos parques eólicos, objeto dos processos de licenciamento ambiental no Estado da Paraíba, com recorte no ano de 2022, trouxeram consigo desafios socioambientais que vão de encontro aos compromissos assumidos pelo Brasil de erradicar o desmatamento, contrapondo com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), instituídos pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2019).

Portanto, há a necessidade urgente de compreender as formas de mitigar os impactos socioambientais decorrentes da instalação e operação de usinas solares fotovoltaicas e parques eólicos no Bioma da Caatinga, especialmente no Estado da Paraíba, onde se encontra distintos empreendimentos, uma vez que a transição para uma matriz energética sustentável e a promoção de energias limpas e renováveis são essenciais para o combate às mudanças climáticas e a redução das emissões de gases de efeito estufa. Assim, há a necessidade de avaliar criticamente o modelo atual de desenvolvimento das energias renováveis no Estado da Paraíba, especialmente no que diz respeito à compatibilização entre a promoção de uma matriz energética limpa e a preservação e conservação do meio ambiente e do bem-estar social, e a necessidade que as políticas públicas sejam revistas para assegurar que o desenvolvimento sustentável seja alcançado de forma holística, garantindo que os benefícios das energias renováveis sejam distribuídos de maneira equitativa, em consonância aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e sem comprometer os ecossistemas e as comunidades tradicionais.

Assim, a presente pesquisa tem como objetivos identificar os principais desafios enfrentados pelo órgão de gestão ambiental do Estado da Paraíba, com relação aos impactos socioambientais, bem como relacionar os empreendimentos de energias renováveis com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 7 e 13 (ONU, 2019).

Referencial teórico

A indiscutível necessidade da transição da matriz energética atual por fontes de energias renováveis para o alcance da sustentabilidade, com a diminuição da emissão dos gases de efeito estufa, e consequente mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, considerando que as florestas são o maior sumidouro natural de CO₂ do Planeta Terra, e o combate ao desmatamento e às queimadas são o carro chefe no Brasil na contenção do aquecimento global (Barros et al., 2020), sendo certo que, com a instalação e a operação de usinas solares fotovoltaicas e parques eólicos no estado da Paraíba, que demandam autorização do uso alternativo do solo e da exploração de recursos naturais, surgem desafios ambientais a serem superados (EPE, 2020; Farias et al., 2020).

Além do que a energia elétrica a partir desses empreendimentos é gerada de forma centralizada, transmitida através de linhas de transmissão e distribuídas ao consumidor final, a partir do Sistema Interligado Nacional (SIN), sob o comando do Operador Nacional de Sistema (ONS), que, de acordo com a demanda e oferta de energia elétrica, decide onde será aportada, sendo que, para as comunidades diretamente influenciadas com os impactos de sua geração, não é garantida o direito de utilização da energia ali produzida (Ribeiro, 2013).

De acordo com Camargo (2023), a sustentabilidade energética deve estar alinhada com a sustentabilidade social e a gestão ambiental estadual deve ser instrumento garantidor do compromisso com a mitigação e a compensação dos danos causados ao

meio ambiente quando da instalação e operação dos complexos das energias renováveis. Tal gestão também deve ter ao seu alcance, o controle que permita amparo técnico e jurídico, capaz de disciplinar a instalação desses grandes empreendimentos, para que o legado social deixado, não seja apenas os aspectos negativos refletidos no habitat natural (Staut, 2011; Ribeiro, 2013; Ramos Júnior e Almeida, 2021).

Ademais, os impactos sociais enfrentados no processo de implantação das energias renováveis estudadas, vão além da questão da não disponibilização da energia gerada no entorno, envolvendo também, a ocorrência da celebração de contratos de arrendamento seculares, com cláusulas leoninas, com regime quase que de perpetuidade (Oliveira, 2019), e a precarização da mão de obra local, muitas das vezes contratada apenas para as primeiras empreitadas das construções, mas que logo são descartadas, haja vista que para a operação dos equipamentos das usinas e parques, se exige maior qualificação profissional (Souza, 2022).

Metodologia

A presente pesquisa segue uma metodologia estruturada em quatro etapas principais: definição de conceitos, levantamento bibliográfico, fichamento de texto e reflexão escrita. Esse processo foi desenvolvido para garantir uma melhor compreensão dos impactos socioambientais decorrentes da instalação e operação de usinas solares fotovoltaicas e parques eólicos no Estado da Paraíba, com foco em 2022.

A primeira etapa, consistiu na definição dos principais conceitos abordados na pesquisa. O conceito de “energias renováveis” foi explorado a partir de Leal (2024), que discute a transição da matriz energética como um dos pilares fundamentais para alcançar a sustentabilidade e para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. O conceito de “impactos socioambientais” foi abordado com base nas contribuições de Staut (2011) e Ribeiro (2013), que destacam os desafios ambientais e sociais associados à implantação de empreendimentos de grande porte, como usinas solares fotovoltaicas e parques eólicos, em ecossistemas vulneráveis como o Bioma Caatinga.

Além disso, foram abordados temas como “licenciamento ambiental” e “desenvolvimento sustentável”, utilizando como referência os princípios estabelecidos por Barros et al. (2020), que enfatizam a importância de políticas públicas eficazes para a proteção do meio ambiente e do bem-estar social.

A segunda etapa, diz respeito ao levantamento bibliográfico, que foi realizada em fontes acadêmicas e institucionais relevantes para a área de estudo. Foram consultadas bases de dados como SciELO, Google Scholar e repositórios institucionais, além de documentos oficiais de órgãos, como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA). Ademais, a pesquisa bibliográfica incluiu obras-chave que embasam a discussão sobre energias renováveis e seus impactos, como Farias et al. (2020), que exploram os desafios ambientais da transição energética no Brasil, e Ramos Júnior e Almeida (2021), que abordam a necessidade de um planejamento rigoroso na instalação de empreendimentos energéticos.

Com base no levantamento bibliográfico, foi realizada a terceira etapa, que consistiu no fichamento dos textos selecionados, a fim de organizar as informações e destacar as ideias principais dos autores. Durante essa etapa, foram identificados os argumentos mais relevantes, as evidências empíricas apresentadas e as lacunas nas pesquisas existentes. Por exemplo, o fichamento de Camargo (2023) permitiu uma análise detalhada sobre o papel da gestão ambiental estadual na mitigação dos danos causados pela instalação de usinas solares fotovoltaicas e parques eólicos. Também foi possível aprofundar a compreensão sobre os impactos sociais da transição energética no Estado da Paraíba, destacando as contribuições de Oliveira (2019), acerca dos contratos de arrendamento, e de Souza (2022), no que diz respeito à precarização da mão de obra local.

A última etapa, que se refere à análise escrita, foi desenvolvida a partir da interpretação dos dados e informações coletadas durante o levantamento bibliográfico e o fichamento dos textos. Esse processo foi pautado na articulação crítica das ideias, com o objetivo de discutir os impactos socioambientais associados à instalação de usinas solares fotovoltaicas e parques eólicos no Estado da Paraíba.

Esta pesquisa destaca que, apesar da importância das energias renováveis na mitigação das mudanças climáticas EPE (2020), a implantação desses empreendimentos pode acarretar desafios significativos, como a supressão de vegetação nativa, a redução da disponibilidade hídrica e o impacto sobre as populações locais (Leal, 2023; Ribeiro, 2013).

As contribuições teóricas de Medeiros e Maia (2023) e Leal (2024) foram essenciais para embasar a análise dos impactos ambientais, enquanto a discussão sobre os aspectos socioeconômicos foi enriquecida por Ramos Júnior e Almeida (2021) e Camargo (2023), que trataram da relação entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade social. Além disso, esta pesquisa ressalta a necessidade de políticas públicas mais efetivas para assegurar que a transição energética seja realizada de forma sustentável e justa, em conformidade com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS).

O processo metodológico empregado nesta pesquisa permitiu uma análise aprofundada e crítica dos impactos decorrentes da expansão das energias renováveis no Estado da Paraíba. A utilização de uma abordagem multidisciplinar e fundamentada em uma robusta base teórica garantiu a qualidade e a relevância da pesquisa, contribuindo para o avanço do conhecimento na área de estudos ambientais e energéticos.

Resultados e discussão

Supressão vegetal de novas áreas

A região Nordeste abarca 90% dos empreendimentos eólicos do Brasil e 85% deles estão no bioma Caatinga (EPE, 2020). O aumento do desmatamento nesse ecossistema foi majorado para ceder lugar às usinas solares fotovoltaicas e aos parques eólicos. Por ser uma região que suporta grandes períodos de estiagem, o processo de regeneração das áreas degradadas na caatinga é mais lento do que nos demais biomas, e a vegetação nativa só é regenerada efetivamente depois do encerramento e da retirada dos equipamentos (Leal, 2024).

Com a implantação desses complexos, ocorreu o uso alternativo do solo de novas áreas da Caatinga paraibana. Isso foi necessário para a abertura de vias destinadas ao tráfego de veículos e ao transporte de equipamentos utilizados nas obras dos empreendimentos, bem como do seu funcionamento em si, o que demandou a supressão vegetal de mais de três mil hectares de terra, o equivalente a 0,025% da área total da Caatinga, um paradoxo que se insurge, por se tratar da promessa de ser uma fonte de energia “limpa”.

Um dado importante é o fato de o Brasil ser responsável por apenas 2,41% da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), com o metano, gás carbônico e óxido nitroso, sendo que desse percentual, 50% é emissão de dióxido de carbono em razão do desmatamento e 24% é emissão de metano, em razão de atividades de agropecuária, que também estão ligadas ao desmatamento, o suficiente para fazê-lo ocupar o quinto lugar no *ranking* dos países que mais emitem GEE.

Entretanto, 84% da matriz elétrica do Brasil não emite CO₂, sendo 63% gerada pelas usinas hidrelétricas, 10% pelas eólicas, 0,9% pela biomassa, 0,2% pela fotovoltaica, e 15% a partir de combustíveis fósseis, restando para os processos industriais o percentual de 0,5% de emissão de GEE (BNDES, 2023).

Com base nessas informações, é possível concluir que a contribuição do Brasil no que diz respeito à emissão dos gases de efeito estufa que provocam o aquecimento global, um dos efeitos das mudanças climáticas, se dá quase que na sua totalidade, em razão do

desmatamento, seja ele por supressão vegetal, pelas queimadas ou pela prática de atividades agrícolas inadequadas, e não em razão da matriz energética e elétrica produzida no país.

Entretanto, para promover a instalação e funcionamento dos complexos eólicos e fotovoltaicos, foi necessário a supressão de novas áreas de vegetação, um dos desafios enfrentados na gestão do licenciamento ambiental que precisa balizar a sobreposição de um recurso natural em detrimento do outro (vegetação como maior sumidouro de CO₂ e energia limpa e renovável), já que o Brasil tem compromisso de zerar o desmatamento até 2030, e a transição energética por fontes limpas, no modelo estudado, impõe o aumento do desmatamento.

A SUDEMA conduziu os processos de licenciamento ambiental que autorizaram, no ano de 2022, a supressão de vegetação nas áreas de intervenção das energias renováveis no estado da Paraíba. A autorização para supressão vegetal nessas áreas teve arrimo no Decreto nº 24.416/2003 (Paraíba, 2003) e em outras normas pertinentes, que disciplinam a imposição de compensação quando exploração, utilização ou transformação de matéria-prima florestal, incluindo programas de fomento florestal com manejo, florestamento e reflorestamento, preferencialmente utilizando as mesmas espécies suprimidas.

Não obstante, como estratégia de contrapartida às mudanças florestais autorizadas pelo órgão ambiental estadual, através da concessão das autorizações ambientais para o uso alternativo do solo, a fim de ceder lugar aos parques eólicos e às usinas solares fotovoltaicas, ganhou destaque, o Projeto Nascente Viva de iniciativa do governo estadual da Paraíba, que teve a finalidade de promover a reposição da mata ciliar do alto curso do Rio Paraíba e de suas nascentes.

O referido projeto é uma das iniciativas de preservação e recuperação hidroambiental de bacias hidrográficas no sertão paraibano, como medida mitigadora dos efeitos da desertificação, e que foi realizada pelo poder público estadual, no exercício da execução da política de meio ambiente.

De acordo com a pesquisa deste trabalho, o objetivo da iniciativa do projeto Nascente Viva, foi a adoção de estratégias que incluíssem a recomposição vegetal de áreas de preservação permanente (APP), através da conservação de áreas de recarga hídrica e da promoção da sustentabilidade no uso da água no meio rural, como uma das formas de compensar o desmatamento autorizado em novas áreas do bioma da Caatinga, para ceder lugar às energias renováveis.

É importante ressaltar, que o Projeto Nascente Viva visou, sobretudo, a propiciar a proteção, a preservação e a recuperação de nascentes, alinhando-se paralelamente, à obrigação legal de recuperação florestal imposta ao empreendimento quando da autorização do uso alternativo do solo, bem como da obrigação da compensação ambiental tratada no próprio licenciamento ambiental, o que se revelou de suma importância na jornada da mitigação dos impactos negativos ocasionados pelo desmatamento de novas áreas no referido bioma, em razão da instalação das energias renováveis.

Desta feita, sem olvidar a obrigação do empreendedor, da adoção de medidas mitigadoras, em cumprimento às exigências legais de restaurar a integridade dos ecossistemas e promover a resiliência de áreas afetadas pelas ações antrópicas na exploração de recursos naturais, a implementação do projeto de iniciativa estatal, agregou medidas de compensação florestal, com a finalidade de contribuir para a sustentabilidade no uso dos recursos naturais e para o equilíbrio ecológico da região afetada, através da execução da Política de Meio Ambiente.

Contudo, é importante destacar que, em que pese a implantação dos dois tipos de empreendimentos abordados no presente estudo, implicarem na necessidade de supressão vegetal na área de intervenção, verificou-se que a instalação dos parques eólicos, demanda uma área bem menos extensa do que a das usinas fotovoltaicas, possibilitando naqueles, que a mudança florestal realizada dentro da área do

empreendimento, permita a criação de corredores ecológicos capazes de manter o fluxo gênico das espécies locais.

Tal fato torna-se importante para os ecossistemas afetados, porque no caso dos parques eólicos, o espaçamento reservado entre as estruturas (aerogeradores) permite uma fragmentação ecológica menos agressiva, preservando em parte a vegetação nativa, mas por outro lado, a atividade de terraplanagem e remoção de terra, comuns a ambos os complexos, ainda interferem e causam impactos, capazes de alterar o nível hidrostático do lençol freático, comprometendo o fluxo de água subterrânea que acelera o processo de desertificação.

Interferência na disponibilidade hídrica local

A implantação dos parques eólicos demanda um alto consumo de água para a fabricação de concreto utilizado na fundação das torres onde os aerogeradores são instalados. Em razão disso, é necessária a escavação de vários poços artesianos, que além de interferirem de forma negativa na disponibilidade hídrica local, dada à escassez já existente, interferem também, no reabastecimento dos aquíferos.

O bioma da Caatinga, caracterizado por longos períodos de estiagem, apresenta um volume reduzido de água tanto na superfície quanto nos corpos hídricos subterrâneos. Compreender o impacto das atividades de terraplanagem nesse contexto, que é a implementação das energias renováveis, é crucial para a não interrupção do abastecimento dos aquíferos, especialmente em regiões secas onde os lençóis freáticos são vitais para a população.

Segundo Staut (2011) e Barbosa Filho (2013), as atividades de terraplanagem em regiões com essas características, pode resultar na contaminação dos corpos hídricos e dos aquíferos subterrâneos. Destarte, Ribeiro (2013) também destaca que as alterações topográficas causadas por intervenções em áreas escassas de água, pode gerar prejuízos irreversíveis ao meio ambiente, e compreender esses impactos e desenvolver estratégias de mitigação para a preservação ambiental, foi outro desafio enfrentado na implantação dos parques eólicos em estudo:

As atividades de terraplanagem podem alterar o nível hidrostático do lençol freático, influenciando no fluxo de água subterrânea, visto que os cortes e aterros possivelmente serão submetidos a obras de engenharia para a estabilidade dos taludes e as vias compactadas para possibilitar a continuidade do tráfego de caminhões (Ribeiro, 2013).

Ademais, a produção de concreto para a fundação das torres eólicas, altera significativamente o nível hidrostático do lençol freático, isto porque demanda um volume substancial de água, impactando diretamente na disponibilidade hídrica local, e esse consumo elevado de água, também compromete a sustentabilidade dos recursos hídricos da região, o que vai na contramão da gestão eficiente da água durante a implantação dos parques eólicos, comprometendo as exigências impostas no licenciamento ambiental, a despeito da garantia da sustentabilidade das energias renováveis.

Conforme Medeiros e Maia (2023), o Município de Santa Luzia-PB enfrenta desafios significativos no acesso à água pela comunidade local. Os problemas incluem danos às cisternas de armazenamento de água potável e uma diminuição na capacidade de abastecimento da adutora que serve a região, ocorrida após a construção de novos empreendimentos eólicos.

Destaca-se que o acesso à água de qualidade é um direito humano fundamental garantido por diversos instrumentos nacionais e internacionais. Especialmente na Caatinga, onde a quantidade de chuvas é limitada e o processo de desertificação se

intensifica em várias regiões, impedir o acesso à água vai contra a dignidade da pessoa humana, como estabelecido no art. 1º, inciso III, da Constituição Federal (Brasil, 1988).

Portanto, é fundamental assegurar o acesso à água de qualidade como um direito humano essencial, especialmente na Caatinga, onde a escassez de chuvas e o avanço da desertificação somados às implicações trazidas no processo de implantação dos parques eólicos, impõem vulnerabilidade hídrica local, sendo certo que, qualquer obstáculo ao acesso à água, contraria diretamente a dignidade humana, revelando-se um desafio para os órgãos ambientais, dada às várias solicitações de abertura de processos de licenciamento para novos complexos de energias renováveis na região (Leal, 2024).

Impactos sobre a fauna

O elevado nível de ruído gerado pela operação dos aerogeradores eólicos representa um sério risco para a avifauna, especialmente quando essas estruturas são instaladas em rotas migratórias das aves. Além disso, há uma preocupação significativa em relação aos felinos, como os gatos do mato e as onças da Caatinga, que estão em perigo de extinção e dependem das matas nativas para alimentação e acesso à água. Esses fatores têm levado esses animais a se aproximar das propriedades rurais, resultando em conflitos que, por vezes, culminam em fatalidades (Camargo, 2023).

No que tange aos impactos ocasionados como resultado do funcionamento dos parques eólicos identificou-se significativa interferência na avifauna local, tanto em razão do elevado nível de ruído produzido pelos aerogeradores, que desorienta e estressa as aves, alterando seus padrões de migração e habitat, como em relação ao risco de colisões fatais que podem envolver aves em voo, fenômeno que leva à diminuição das populações locais, comprometendo a biodiversidade regional (Leal, 2024).

Comumente, considerando que os equipamentos e os aerogeradores possuem uma boa altitude e diâmetro de sua circunferência geral bastante acentuada, a probabilidade de acidente com aves migratórias das mais diversificadas espécies também é maior. Este é um impacto que deve ser tratado com muita atenção, sobretudo para a fase de operação dos parques eólicos, tanto o relacionado à avifauna quanto à quiropterofauna (Leal, 2023; Voigt et al., 2024), considerando que os morcegos são exímios predadores de pragas agrícolas (Aguiar et al., 2021).

Distanciamento dos aerogeradores e as residências

Para o início do processo de análise do local de qualquer empreendimento, é necessário identificar quais as restrições legais para sua implantação, e dentre essas, uma delas é o distanciamento necessário entre as áreas e residências e a atividade que se pretende instalar.

Pois bem, no quesito das energias renováveis, de acordo Uyan (2013), no que diz respeito às usinas solares fotovoltaicas, elas não devem ser implantadas próximo das áreas urbanas, devido à alta densidade de população, bem como dos edifícios existentes, porque podem impactar negativamente no crescimento urbano, e uma distância mínima de 500 metros, entre o perímetro urbano e os equipamentos, deve ser respeitada.

De acordo com Leal (2024), verificou-se que a ausência de regulamentações específicas, que determinem um distanciamento mínimo entre os equipamentos das energias renováveis e as residências existentes no entorno, foram fatores que permitiram que os ruídos produzidos pelas pás dos aerogeradores, causassem efeitos adversos à saúde humana na população local, bem como que as residências próximas às placas fotovoltaicas, experimentassem sensações alteradas no microclima local.

Destarte, a elaboração de políticas e normativas específicas, que regulem de forma mais rígida e eficaz as regras para a implantação das energias renováveis, são ferramentas emergentes na gestão dos processos de licenciamento ambiental, uma vez que o impacto das energias renováveis na saúde humana é uma preocupação crescente, além de

existirem questões significativas a serem consideradas, como evidenciadas por um estudo de caso financiado pela Universidade de Pernambuco (UPE) e pela FIOCRUZ, realizado ao longo de três anos na Cidade de Caetés, no Estado de Pernambuco (Machado e Serrano, 2023).

De acordo com essa pesquisa, foi destacado a necessidade de compreender melhor os efeitos das energias renováveis, especialmente em comunidades próximas a esses empreendimentos, uma vez que os resultados sugeriram impactos potenciais ao bem-estar das populações locais, devido a mudanças no ambiente e na qualidade do ar, o que justifica a crescente demanda por políticas e regulamentações que levem em conta não apenas os benefícios ambientais, mas também os possíveis riscos à saúde pública e a importância de abordagens integrativas que equilibrem a expansão das energias renováveis com a proteção da saúde das comunidades afetadas.

Conforme aponta Leal (2023), os impactos negativos dos ruídos e das vibrações gerados pelos aerogeradores não se limitam à sua intensidade (níveis de decibéis), são também exacerbados pela persistência e constância, que, mesmo em níveis baixos, podem causar desconforto significativo e efeitos prejudiciais à saúde, devido à exposição prolongada e ininterrupta.

A ausência de normativa específica para a regulamentação do distanciamento mínimo entre aerogeradores e residências, de fato é uma lacuna significativa no arcabouço regulatório ambiental vigente. Embora a Resolução CONAMA nº 279/2001 (Brasil, 2021), alterada pela Resolução CONAMA nº 462/2014 (Brasil, 2014), ofereça diretrizes para a avaliação de ruídos na operação dos aeradores, limita-se apenas a recomendar a realização de estudos específicos, quando os aerogeradores estão posicionados a menos de 400 metros de residências, sem impor distâncias mínimas obrigatórias.

De modo, essa lacuna regulatória resulta numa flexibilidade que permite a proximidade de aerogeradores em relação a áreas residenciais, o que, por sua vez, potencializa os impactos dos ruídos oriundos do funcionamento dos aerogeradores, causando efeitos adversos à saúde humana e comprometendo o bem-estar das comunidades locais (Leal, 2023). Ademais, a falta de regulamentações mais restritivas contribui para a continuidade de conflitos entre empreendedores e as populações afetadas, uma vez que, apesar da orientação técnica para um distanciamento mínimo de 400 metros, não há mecanismos legais que impeçam a construção de residências dentro desse perímetro.

Adicionalmente, verificou-se que, nos casos em que o distanciamento recomendado não é mantido, as medidas de mitigação propostas nos estudos ambientais e implantadas durante as fases de licenciamento, muitas vezes mostram-se insuficientes para garantir o conforto acústico e preservar a saúde das pessoas impactadas, e que, para mitigar de forma eficaz os impactos sonoros associados à operação dos aerogeradores, é imprescindível que as normativas ambientais contemplem tanto a intensidade quanto a persistência do ruído.

Assim, há necessidade premente de estabelecer regulamentações mais detalhadas e obrigatórias que abranjam os aspectos qualitativos e quantitativos dos ruídos gerados por aerogeradores, com o objetivo de proteger de maneira eficaz as populações residentes em áreas próximas a esses empreendimentos, bem como a formulação de políticas públicas mais específicas e rigorosas, conforme discutido por Leal (2023), emergem como uma recomendação central, a fim de que seja assegurado o bem-estar das comunidades afetadas e mitigados os impactos ambientais adversos associados à implantação e operação de parques eólicos.

Já a transformação visual, ocasionada com a aparição dos parques eólicos e das usinas solares fotovoltaicas, tendem a impactar o visual na paisagem/cenário enquanto categoria geográfica que possibilita a compreensão do homem nas relações e transformações da natureza perante o avanço da sociedade, tudo em razão da ausência de

legislação que regulamente e discipline o distanciamento dos aerogeradores entre si, dos centros urbanos e da disposição propriamente dita.

Neste contexto, é urgente a necessidade da observância da harmonização (distanciamento) dos equipamentos das energias renováveis, sobretudo os complexos eólicos, de residências e centros urbanos, remetendo mais uma vez, à necessidade da elaboração de normas de distanciamento, a fim de permitir uma melhor avaliação dos impactos provenientes desses empreendimentos, no contexto das paisagens que também é de relevância ambiental.

Ao adotar a distância como um parâmetro regulatório, torna-se possível mitigar os impactos visuais negativos e preservar a estética das paisagens naturais. Isso promove não apenas o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental, mas também fortalece práticas sustentáveis no planejamento urbano e rural, porque a implementação criteriosa de normas específicas, proporciona a proteção e a manutenção da beleza natural das paisagens, contribuindo para uma melhor qualidade de vida das comunidades locais, minimizando potenciais conflitos e garantindo uma integração harmoniosa dos empreendimentos com o ambiente circundante.

Impactos sobre o meio socioambiental

Os empreendimentos de energia renovável têm gerado impactos socioeconômicos que frequentemente não correspondem às expectativas criadas pelos discursos de desenvolvimento sustentável. Embora se esperasse que tais empreendimentos trouxessem benefícios significativos para as comunidades locais, como a geração de empregos e o fortalecimento da economia regional, as evidências apontam para uma realidade bem distinta (Leal, 2024).

No início das obras, observa-se uma oferta de empregos que, à primeira vista, parece atender às necessidades locais, visto que muitas vagas são preenchidas por trabalhadores da região, geralmente em posições que não exigem alta qualificação. Entretanto, essa fase é temporária e logo que as obras de instalação são concluídas, a demanda por trabalho local diminui drasticamente.

A fase de operação dos empreendimentos, ao contrário da fase inicial, requer mão-de-obra altamente especializada, a qual, em sua maioria, é contratada fora da comunidade. Isso leva à demissão em massa dos trabalhadores locais e à substituição por técnicos e engenheiros especializados que, por não serem da região, não contribuem para o desenvolvimento econômico local em longo prazo (Souza, 2022; Leal, 2023).

Essa dinâmica não só frustra as expectativas iniciais da comunidade em relação ao desenvolvimento econômico, mas também provoca um aumento da precariedade nas condições de vida dos moradores locais. A perda de empregos, aliada à falta de novas oportunidades, pode agravar a pobreza e contribuir para o êxodo rural, resultando na desestruturação das economias locais.

Além disso, o impacto negativo sobre a agricultura familiar é significativo, uma vez que a implantação dos empreendimentos frequentemente resulta na redução forçada das áreas agrícolas. Essa diminuição de terras dedicadas à agricultura não só compromete a subsistência dos agricultores locais, mas também afeta a segurança alimentar e a economia da região, que depende fortemente da produção agrícola (Silva, 2020).

Ainda há a questão do Paradoxo de Jevons, que alerta que quanto maior for a eficiência da oferta de energia oriunda de fontes renováveis maior será a sua demanda, podendo comprometer a transição energética (Alcott, 2005; Moreira et al., 2025).

De resto, para além dos impactos econômicos diretos, a instalação de complexos eólicos e fotovoltaicos na Região do Semiárido, têm sido associada a uma série de problemas sociais. O fluxo de trabalhadores temporários durante a fase de construção traz consigo diversos desafios, como o aumento da violência, da prostituição, de infecções sexualmente transmissíveis e do uso de substâncias entorpecentes. Esses problemas são

exacerbados pela falta de infraestrutura adequada para lidar com o súbito crescimento populacional, resultando em sobrecarga dos serviços públicos locais e aumento da tensão social (Costa, 2021).

Embora seja inegável que qualquer megaempreendimento acarreta algum tipo de impacto socioeconômico, acaba ficando a cargo dos órgãos ambientais e reguladores, a missão de cobrar dos empreendedores, ações mais proativas na mitigação de impactos sociais ocasionados. No contexto do licenciamento ambiental, é responsabilidade do órgão ambiental exigir que os empreendedores implementem programas institucionais e sociais que visem a integrar a comunidade local ao processo de desenvolvimento do empreendimento, por meio da compensação social (Paraíba, 2024), de que trata o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (Brasil, 2000).

No que concerne aos contratos de arrendamento de terras, realizados entre os proprietários de terras e os responsáveis pelos empreendimentos das energias renováveis, identificou-se a presença de cláusulas contratuais que podem ser consideradas abusivas e que favorecem desproporcionalmente as empresas. Esses contratos, que muitas vezes possuem duração entre 27 e 50 anos, são estabelecidos de forma irrevogável e irretratável, comprometendo a autonomia dos proprietários de terra e suas futuras gerações.

Um aspecto particularmente problemático é a transferência automática dos termos contratuais aos herdeiros, o que é considerado ilegal e subverte o conceito de posse e uso da terra, perpetuando a dependência dos proprietários em relação às empresas (Oliveira, 2019; Leal, 2023).

Outro ponto crítico identificado na pesquisa é a cláusula de sigilo, que impede a organização coletiva dos proprietários de terra, dificultando sua capacidade de negociar de forma justa e transparente. Essa cláusula, ao restringir a comunicação entre os proprietários, cria um ambiente de isolamento e vulnerabilidade, onde as empresas podem impor suas condições de forma unilateral. Além disso, os contratos frequentemente impõem severas limitações ao uso das terras, subordinando as decisões de uso da propriedade exclusivamente à vontade da empresa.

Note-se, que a imposição da renovação automática do contrato sem a necessidade de anuência do proprietário e a imposição de multas elevadas apenas aos proprietários em caso de descumprimento contratual são outras práticas que evidenciam a desigualdade na relação contratual (Souza, 2022).

Essas condições contratuais geram um processo de “desposseção”, em que os proprietários de terras perdem progressivamente o controle sobre seus meios de produção e a renda gerada pela terra. Esse fenômeno tem sido descrito na literatura como *green grabbing*, termo que se refere à apropriação de terras e recursos naturais sob o pretexto de desenvolvimento sustentável e geração de energia limpa, mas que, na prática, resulta em um novo ciclo de acumulação de capital pelas empresas, às custas das comunidades locais (Leal, 2023).

Dessa forma, esse processo não apenas compromete a soberania dos proprietários de terra, mas também ameaça as formas tradicionais de subsistência e a sustentabilidade das comunidades rurais que dependem desses recursos para sua sobrevivência (Silva, 2020), e que carece de forma urgente de uma revisão das condições contratuais associadas aos empreendimentos de energia renovável, além da implantação de políticas públicas que garantam uma distribuição equitativa dos benefícios trazidos por esses empreendimentos, assegurando que as comunidades locais sejam devidamente integradas e protegidas.

Além disso, a revisão dos contratos de arrendamento deve ser conduzida com o objetivo de eliminar cláusulas abusivas e garantir que os proprietários de terras tenham seus direitos preservados. Somente através de uma abordagem mais justa e equilibrada será possível promover um desenvolvimento verdadeiramente sustentável, que respeite tanto o meio ambiente quanto as pessoas que dele dependem.

Descomissionamento

Com relação à vida útil dos equipamentos de energia renovável, como parques eólicos e usinas solares fotovoltaicas, existe a necessidade premente de se estabelecer estratégias robustas e eficazes para a gestão dos passivos ambientais decorrentes do término do ciclo de vida desses equipamentos. Embora sirvam para desempenhar um papel crucial na transição energética e na mitigação das emissões de gases de efeito estufa, o encerramento de sua vida útil, geralmente entre 25 e 30 anos, vem apresentando desafios substanciais tanto do ponto de vista ambiental quanto socioeconômico (Oliveira, 2021; Silva, 2022).

Como enfatizado por Leal (2023), a ausência de regulamentações rigorosas e de diretrizes claras para a destinação final desses resíduos pode resultar em contaminação ambiental severa e na degradação de áreas produtivas, comprometendo a integridade dos ecossistemas e a saúde pública.

A identificação de lacunas significativas na gestão dos resíduos gerados pelo descomissionamento dos equipamentos, muitos dos quais contêm componentes químicos perigosos que exigem tratamento específico, sugerem que a gestão inadequada desses passivos ambientais poderá gerar consequências críticas no futuro, caso não sejam implementadas medidas corretivas.

Assim, a repotenciação dos parques, ou seja, a modernização dos equipamentos existentes emerge como uma alternativa viável para estender a vida útil dos empreendimentos e otimizar sua eficiência energética. No entanto, a adoção dessa prática ainda é limitada, principalmente em virtude de barreiras econômicas e da carência de incentivos regulatórios.

De acordo com Silva (2022), a repotenciação não apenas diminui a necessidade de expansão de novas áreas para a instalação de parques, como também reduz os impactos ambientais associados à fabricação e implementação de novos equipamentos. Todavia, os resultados indicam a ausência de um arcabouço regulatório que promova a repotenciação de forma sistemática e sustentável, o que ressalta a necessidade de políticas públicas voltadas para essa questão.

No âmbito socioeconômico, os resultados demonstram que o descomissionamento dos parques de energia renovável pode gerar impactos adversos significativos nas comunidades locais, particularmente em regiões que têm uma dependência econômica direta desses empreendimentos. Oliveira (2021) sugere que as atividades relacionadas à reciclagem de materiais e à reutilização de infraestruturas existentes podem mitigar esses impactos negativos, mas, para que isso ocorra, é necessário um planejamento estratégico e o estabelecimento de incentivos que promovam essas atividades de forma sustentável.

De outro lado, em países como a Alemanha e a Dinamarca, têm sido implantadas abordagens mais avançadas e sistemáticas em relação ao fim de vida útil dos empreendimentos de energia renovável. Nesses países, o descomissionamento é tratado como uma fase essencial do ciclo de vida dos parques, com regulamentações rigorosas e incentivos para a reciclagem e reutilização de materiais. A adoção de práticas semelhantes no Brasil poderia favorecer um ciclo de vida mais sustentável para os empreendimentos nacionais (Leal, 2023).

Sendo assim, a importância de se formular políticas públicas específicas que regulamentem e incentivem as melhores práticas de descomissionamento e repotenciação no setor de energia renovável é crucial. A ausência de um arcabouço legal detalhado para lidar com o fim da vida útil dos parques no Brasil ainda é um dos desafios à implementação de soluções sustentáveis, e sem uma intervenção regulatória adequada, o país corre o risco de acumular passivos ambientais substanciais e perder oportunidades econômicas associadas à reciclagem e à modernização dos equipamentos.

Dessa forma, a formulação de diretrizes claras e a criação de incentivos econômicos para a adoção de práticas sustentáveis são essenciais para assegurar que o

crescimento da energia renovável no Brasil seja acompanhado por um desenvolvimento sustentável em longo prazo (Oliveira, 2021; Silva, 2022; Leal, 2023).

Considerações finais

A complexidade e a urgência na transição energética para uma matriz baseada em fontes renováveis, que busque consolidar seu protagonismo na luta global contra as mudanças climáticas, é um dos desafios a ser enfrentado pelo Brasil. A transição para energias renováveis, como a eólica e a fotovoltaica, é imperativa para a sustentabilidade e para a redução das emissões de gases de efeito estufa. No entanto, é evidente que essa transição exige um planejamento estratégico minucioso, uma harmonização efetiva das políticas públicas e uma obediência rigorosa aos princípios legais e normativos, levando em consideração as particularidades socioambientais de cada região (Leal, 2024).

A necessidade de investimentos contínuos em ciência e tecnologia é clara, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento e à reutilização de materiais de origem nacional, com a criação de mecanismos inovadores que promovam um avanço sustentável. O desenvolvimento sustentável, como bem estabelecido pela literatura, deve considerar o tripé ambiental, social e econômico (Leff, 2001; Sachs, 2002), e é crucial que o Brasil cumpra seus compromissos internacionais assumidos nas Conferências do Clima e em outros instrumentos multilaterais dos quais é signatário. A abordagem holística para o controle dos impactos ambientais e a adoção de medidas de prevenção, mitigação e compensação devem ser integrados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, os quais oferecem uma estrutura abrangente para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2019).

Superar os desafios ambientais no Brasil requer uma abordagem que vá além da simples oferta de energias renováveis. É essencial proteger os recursos hídricos, a fauna, a flora e a paisagem, bem como promover o uso responsável do solo. Além disso, é vital que as políticas de transição energética não negligenciem o aspecto social, garantindo o respeito às comunidades locais, promovendo o equilíbrio contratual e preservando a identidade e o bem-estar da população envolvida. Essa abordagem integrada é crucial, dado que a interação dos elementos ambientais exige uma visão sistêmica, onde o equilíbrio de um componente depende da harmonia com os demais.

Não obstante, é fundamental que os órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental estejam capacitados tecnicamente para chegar a conclusões justas e coerentes. Instrumentos como o EIA-RIMA, as audiências públicas e a participação popular são cruciais e devem continuar sendo exigidos, pois são esses processos que revelam os impactos socioambientais associados aos empreendimentos.

Adotar uma visão cartesiana e reducionista na formulação e execução da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) seria um retrocesso. Isso comprometeria as conquistas alcançadas ao longo dos anos e desprezaria o arcabouço jurídico de proteção ambiental estabelecido pela Constituição Federal de 1988 e pelos tratados internacionais de direitos humanos e ambientais dos quais o Brasil é signatário. A complexidade dos desafios ambientais e climáticos exige uma abordagem integrada e intersetorial, onde o desenvolvimento de energias limpas deve ser conciliado com a proteção de todos os recursos naturais, incluindo aqueles presentes em biomas como a Caatinga.

Apesar de sua importância ambiental, a Caatinga ainda enfrenta sérios desafios de preservação e recuperação, sendo frequentemente negligenciada nas políticas de conservação nacionais (Mendes et al., 2020). Embora não tenha sido reconhecida como Patrimônio Nacional, a Caatinga desempenha um papel crucial na captura de carbono, destacando-se como um dos biomas mais eficientes nesse processo (Leal, 20213). No entanto, a instalação de equipamentos de energia renovável não deve se sobrepor à necessidade de preservar outros recursos naturais vitais. A proposta de energia limpa

deve ser inclusiva e atender à função socioambiental de forma ampla, sem comprometer a integridade dos ecossistemas ou os direitos das comunidades locais.

Essas considerações enfatizam a necessidade de um planejamento ambiental rigoroso e de medidas mitigadoras eficazes para minimizar os impactos negativos associados à instalação e operação de usinas de energia renovável. Somente assim será possível garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e a proteção das comunidades, assegurando que a transição para uma matriz energética mais limpa seja verdadeiramente sustentável e justa.

Conflitos de interesses

A autora declara que não há interesses financeiros concorrentes ou relações pessoais conhecidas que possam ter influenciado as inferências relatadas neste artigo.

Isenção de responsabilidade

As opiniões, interpretações e conclusões expressas neste artigo são de responsabilidade exclusiva da autora e não refletem necessariamente a posição oficial ou as políticas da instituição à qual está vinculada.

Referências

Aguiar, L. M. S.; Bueno-Rocha, I. D.; Oliveira, G.; Pires, E. S.; Vasconcelos, S.; Nunes, G. L.; Frizzas, M. R.; Togni, P. H. B. Going out for dinner: The consumption of agriculture pests by bats in urban areas. **PLoS ONE**, v. 16, n. 10, e0258066, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258066>

Alcott, B. Jevons' paradox. **Ecological Economics**, v. 54, n. 1, p. 9-21, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.020>

Barbosa Filho, W. P. **Impactos ambientais em usinas eólicas**. Itajubá: AGRENER GD, 2013. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2013/ag267.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

Barros, E. A. A.; Barros, M. M. A. F.; Barbosa, J. R. Impactos ambientais do ciclo de vida de turbinas eólicas no Estado do Ceará. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 86-96, 2020.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Conferência Ambição Brasileira: Infraestrutura e Transição Climática. 11/07/2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=n9zKkpn5VVA>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

Brasil. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 18 ago. 2023.

Brasil. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 18 ago. 2023.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 279, de 27 de julho de 2001**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=277>. Acesso em: 18 ago. 2023.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 462, de 24 de julho de 2014**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA nº 279, de 27 de julho de 2001, e dá outras providências. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=677>. Acesso em: 18 ago. 2023.

Camargo, S. Últimas onças da Caatinga enfrentam nova ameaça: complexos eólicos. Mongabay - Notícias Ambientais para Informar e Transformar, 2023. Disponível em: <<https://brasil.mongabay.com/2023/08/ultimas-oncas-da-caatinga-enfrentam-nova-ameaca-complexos-eolicos/>>. Acesso em: 16 ago. 2023.

Costa, L.; Borim, F.; Primavera, C. Cenários de aquecimento global. Anais da Conferência Ambição Brasileira: Infraestrutura e Transição Climática, Brasília, 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Energia eólica no Nordeste**. Brasília: EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/aceso-restrito/Documents/EPE_FactSheet_Eolica.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-45/topico-79/Relatório_Final_do_PDE_2024.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

Farias, E. S.; Brito, J. M. S.; Quinelato, R. V.; Alves, L. P. Instalação e operação de parques eólicos: impactos negativos para o meio ambiente e sociedade. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62189-62201, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-591>

G1. Mudança climática: veja em 7 pontos como será a vida na Terra nos próximos 30 anos, segundo a ONU. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/aquecimento-global/noticia/2021/06/23/mudancas-climaticas-entenda-em-7-temas-os-principais-impactos-pelos-proximos-30-anos-de-acordo-com-especialistas-da-onu.ghtml>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

Leal, Y. P. A tecnologia *blockchain* como instrumento de gestão na prestação de serviços ambientais e de medidas de adaptação às mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 22, p. 1075-1079, 2022a. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2022\)092236](https://doi.org/10.21438/rbgas(2022)092236)

Leal, Y. P. Energias renováveis e os desafios ambientais a serem enfrentados. Portal do Litoral Sul, 2022b. Disponível em: <<https://www.portaldolitoralpb.com.br/energias-renovaveis-e-os-desafios-ambientais-a-serem-enfrentados/>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

Leal, Y. P.; Moreira, V. F.; Farias, T. Q. Brasil: promessa de sustentabilidade energética para o Mundo e os impactos das energias renováveis na caatinga. Anais do XXX Congresso Nacional do CONPEDI, Fortaleza, 2023.

Leal, Y. P.; Paz, R. J.; Brasileiro, D. P. Contratos inteligentes em *blockchain* como instrumento de gestão na prestação e pagamento por serviços ambientais em criptomoeda. In: Brasileiro, D. P.; Luz, M. S.; Luz, M. A. S. (Orgs.). **Paisagem legal: homem, sociedade e meio ambiente**. Cabedelo: UNIESP, 2021. p. 23-30.

Leal, Y. P.; Souza Filho, G. L. Contratos inteligentes *blockchain* no pagamento por serviço ambiental no Bioma da Caatinga e no Semiárido da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 23, p. 2359-1412, 2023. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2023\)102401](https://doi.org/10.21438/rbgas(2023)102401)

Machado, L.; Serrano, V. Depressão, insônia, surdez: o drama dos agricultores que vivem embaixo de parque eólico em cidade de Lula. BBC News Brasil, 2023. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cglyg8np3mno>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

Maia, F. J. F.; Farias, T. Os parques eólicos e as contradições no seu modelo de expansão. **Revista Consultor Jurídico**, 2021. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2021-out-27/maia-farias-parques-eolicos-contradicoes-modelo-expansao>>. Acesso em: 14 abr. 2023.

Medeiros, E.; Maia, I. F. Expansão de eólicas ameaça comunidades e Caatinga no semiárido do Rio Grande do Norte. Pública - Agência de Jornalismo Investigativo, 2023. Disponível em: <<https://apublica.org/2023/07/expansao-de-eolicas-ameaca-comunidades-e-caatinga-no-semiarido-do-rio-grande-do-norte/>>. Acesso em: 02 ago. 2023.

Mendes, K. R.; Campos, S.; Silva, L. L.; Mutti, P. R.; Ferreira, R. R.; Medeiros, S. S.; Perez-Marin, A. M.; Marques, T. V.; Ramos, T. M.; Vieira, M. M. L.; Oliveira, C. P.; Gonçalves, W. A.; Costa, G. B.; Antonino, A. C. D.; Menezes, R. S. C.; Bezerra, B. G.; Santos e Silva, C. M. Seasonal variation in net ecosystem CO₂ exchange of a Brazilian seasonally dry tropical forest. **Scientific Report**, v. 10, 9454, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66415-w>

MME - Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília: MME/EPE, 2015. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-45/topico-79/Relatório Final do PDE 2024.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-45/topico-79/Relatório%20Final%20do%20PDE%202024.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2024.

Moreira, V. F.; Leal, Y. P.; Paz, R. J. The Jevons Paradox and the energy efficiency of renewable sources. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 12, n. 30, p. 109-112, 2025. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2025\)123007](https://doi.org/10.21438/rbgas(2025)123007)

Nascimento, T. S. S.; Souza, F. O.; Morais, L. A.; Carvalho, E. F. Percepção dos impactos socioambientais da energia eólica no Sertão Paraibano. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 2, p. 99-109, 2020.

ONU - Organização das Nações Unidas. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2019. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

Paraíba. **Lei nº 13.425, de 30 de outubro de 2024**. Estabelece a compensação socioambiental para empreendimentos de significativo impacto ambiental no Estado da Paraíba e dá outras providências. Disponível em: <https://sapl3.al.pb.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2024/17158/lei_13.425.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2024.

Paraíba. **Decreto nº 24.414, de 26 de setembro de 2003**. Dispõe sobre a exploração florestal no Estado da Paraíba e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.auniao.pb.gov.br/servicos/doe/2003/setembro/diario-oficial-27-09-2003.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2024.

Ramos Júnior, M. J.; Almeida, E. S. Destinação de pás de turbinas eólicas instaladas no Estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 19, p. 979-992, 2021. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)081924](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)081924)

Ribeiro, G. L. **Parques eólicos: impactos socioambientais provocados na Região da Praia do Cumbe, no Município de Aracati, Ceará**. Rio Claro: UNESP, 2013. (Tese de doutorado).

Santana, J. J. Solar energy in the energy matrix in the State of Paraíba, NE Brazil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 10, n. 26, p. 1647-1649, 2023. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2023\)102638](https://doi.org/10.21438/rbgas(2023)102638)

Santana, J. J. Socio-environmental challenges of installing solar power plants in the semi-arid region of Brazil. **Revista Brasileira de Getstão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 11, n. 27, p. 1255-1265, 2024. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2024\)112725](https://doi.org/10.21438/rbgas(2024)112725)

Silva, L. S.; Abrantes, R. C. C. Análise dos ruídos gerados por aerogeradores no Complexo Eólico Canoas e Lagoas. Anais do XVIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, Natal, 2019. Disponível em: <<http://anpur.org.br/xviiienanpur/anais>>. Acesso em: 25 maio 2023.

Silva, S. T. Gestão ambiental e os instrumentos de controle do impacto ambiental. **Revista de Direito Ambiental**, v. 15, n. 58, p. 113-139, 2020.

Staut, F. **O processo de implantação de parques eólicos no nordeste brasileiro**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2011. (Dissertação de mestrado).

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente. **Relatório técnico sobre licenciamento das usinas eólicas e fotovoltaicas**. João Pessoa: SUDEMA, 2022.

Traldi, M. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido brasileiro. **Scripta Nova**, v. 22, n. 589, 2018.

Uyan, M. GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar Region, Konya/Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 28, p. 11-17, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.042>

Voigt, C. C.; Bernard, E.; Huang, J. C.-C.; Frick, W. F.; Kerbirou, C.; MacEwan, K.; Mathews, F.; Rodríguez-Durán, A.; Scholz, C.; Webala, P. W.; Welbergen, J.; Whitby, M. Toward solving the global green-green dilemma between wind energy production and bat conservation. **BioScience**, v. 74, n. 4, p. 240-252, 2024. <https://doi.org/10.1093/biosci/biae023>



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.