

**XXX CONGRESSO NACIONAL DO  
CONPEDI FORTALEZA - CE**

**DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E  
SOCIOAMBIENTALISMO I**

**NORMA SUELI PADILHA**

**VICENTE DE PAULO AUGUSTO DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**ROGERIO BORBA**

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

**Diretoria - CONPEDI**

**Presidente** - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

**Diretor Executivo** - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

**Vice-presidente Norte** - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

**Vice-presidente Centro-Oeste** - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

**Vice-presidente Sul** - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

**Vice-presidente Sudeste** - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

**Vice-presidente Nordeste** - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

**Representante Discente:** Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

**Conselho Fiscal:**

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

**Secretarias**

**Relações Institucionais:**

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

**Comunicação:**

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

**Relações Internacionais para o Continente Americano:**

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

**Relações Internacionais para os demais Continentes:**

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

**Eventos:**

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

**Membro Nato** - Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

D597

Direito ambiental, agrário e socioambientalismo I [Recurso eletrônico on-line] Organização CONPEDI

Coordenadores: Norma Sueli Padilha; Rogerio Borba; Vicente de Paulo Augusto de Oliveira Júnior. – Florianópolis: CONPEDI, 2023.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5648-847-9

Modo de acesso: [www.conpedi.org.br](http://www.conpedi.org.br) em publicações

Tema: Saúde: Acesso à justiça, Solução de litígios e Desenvolvimento

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito ambiental e agrário. 3. Socioambientalismo. XXX Congresso Nacional do CONPEDI Fortaleza - Ceará (3; 2023; Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



# **XXX CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI FORTALEZA - CE**

## **DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO I**

---

### **Apresentação**

A presente obra é fruto dos artigos apresentados no Grupo de Trabalho (GT) DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO I, do XXX Congresso Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito (CONPEDI), realizado na cidade de Fortaleza entre os dias 15 a 17 de novembro de 2023, no Centro Universitário Christus (Unichristus).

O Congresso teve como temática “ACESSO A JUSTIÇA, SOLUÇÃO DE LITÍGIOS E DESENVOLVIMENTO”. A escolha do tema foi pertinente em razão do debate acerca do papel do direito na solução dos conflitos sociais, aqui especificamente quanto a questão ambiental. A busca pelos atuais problemas ambientais, tanto em território brasileiro quanto estrangeiro permite uma maior compreensão da importância do tema e da dimensão de como há uma indissociável integração entre todos, onde fronteiras políticas não impedem a extensão de seus efeitos.

Como resultado de uma grande ambiência de atividades de pesquisa desenvolvida em todo o país, foram apresentados neste GT quinze artigos relacionados ao tema, os quais integram a presente obra. Nas apresentações dos trabalhos foram discutidos instrumentos Sustentabilidade Energética, Desastres Ambientais, Amazônia, Migração Ambiental, Agenda 2030, Crédito de Carbono, Pacto Ecológico Europeu. Educação Ambiental, Produto Rural e Cédula Imobiliária Rural, Linhas de Transmissão de Energia e Energia Eólica no Brasil. Os trabalhos se relacionam diretamente com a ementa apresentada, o que indica uma preocupação com a seleção de artigos que mantém entre si afinidade científica, favorecendo sobremaneira os debates no momento das discussões no GT.

A obra, em razão dos trabalhos apresentados, pode ser subdividida pela ordem de apresentação, sendo todos relativos ao Direito Ambiental, Agrário e Socioambientalismo.

A elevada intensidade dos debates no GT demonstrou a importância dos temas levantados e apresentados pelas pesquisadoras e pelos pesquisadores do grupo. Assim, é com muita satisfação que apresentamos à comunidade jurídica a presente obra, que certamente servirá como referência para futuras pesquisas sobre os temas levantados e as reflexões aqui presentes.

Fortaleza, 17 de novembro de 2023

# REGULAMENTAÇÃO E PERSPECTIVAS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

## REGULATION AND PERSPECTIVES FOR WIND ENERGY IN BRAZIL

Francisco Eduardo da Nóbrega Pereira

### Resumo

Este artigo analisa o papel crescente da energia eólica como uma fonte crucial de energia renovável no Brasil. Utilizando a metodologia de análise bibliográfica proposta por Gil (2008), discutimos o conceito e a importância da energia eólica, destacando seu crescimento significativo no Brasil e seu papel na diversificação da matriz energética nacional. Investigamos a regulamentação ambiental relacionada à energia eólica no país, com ênfase na Resolução CONAMA 462/2014 e seu impacto no processo de licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos. Além disso, discutimos os desafios regulatórios atuais em âmbito nacional e de modo mais específico, no Rio Grande do Norte, destaque no cenário nacional como produtor de energia eólica. Delineamos as perspectivas futuras do setor e por fim os impactos socioambientais e as medidas de mitigação em relação a energia eólica. Este estudo tem por objetivo aprofundar a compreensão sobre a energia eólica no contexto brasileiro, destacando seu papel fundamental na edificação de uma matriz energética sustentável.

**Palavras-chave:** Energia eólica, Regulamentação ambiental, Licenciamento ambiental, Sustentabilidade, Matriz energética brasileira

### Abstract/Resumen/Résumé

This article analyzes the growing role of wind energy as a crucial source of renewable energy in Brazil. Using the bibliographic analysis methodology proposed by Gil (2008), we investigated the environmental regulations related to wind energy in the country, with emphasis on CONAMA Resolution 462/2014 and its impact on the environmental licensing process for wind farms. Furthermore, we discuss the current regulatory challenges and outline the future perspectives of the sector and finally the socio-environmental impacts and mitigation measures in relation to wind energy. This study seeks to provide an in-depth understanding of wind energy in the Brazilian context and its crucial role in construction of a sustainable energy matrix.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Wind energy, Environmental regulation, Environmental licensing, Sustainability, Brazilian energy matrix

## 1 INTRODUÇÃO

A energia eólica, proveniente da conversão da energia cinética dos ventos em eletricidade, tem desempenhado um papel fundamental na busca por soluções energéticas sustentáveis em todo o mundo. Sua história remonta ao século XIX, mas foi na década de 1970, impulsionada pela crise global do petróleo, que ganhou notoriedade e se tornou uma alternativa viável e limpa para a geração de energia elétrica (MARTINS *et al.*, 2008). No Brasil, assim como em diversos países, a energia eólica conquistou espaço em uma matriz energética cada vez mais diversificada e sustentável.

Com o intuito de compreender a relevância, os desafios e as perspectivas da energia eólica no contexto brasileiro, este artigo tem como objetivo principal analisar a regulamentação ambiental que envolve essa fonte de energia renovável bem como debater entorno dos aspectos socioambientais. Para atingir esse objetivo, adotamos a metodologia de análise bibliográfica proposta por Gil (2014), explorando a literatura existente sobre o tema.

No decorrer deste artigo, abordaremos quatro tópicos principais. Inicialmente, discutiremos o conceito e a importância da energia eólica, destacando seu crescimento significativo no Brasil e seu papel na diversificação da matriz energética nacional. Em seguida, exploraremos a regulamentação ambiental da energia eólica no país, enfocando particularmente a Resolução CONAMA 462/2014 e seu impacto no licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos. Além disso, analisaremos os impactos socioambientais, tanto positivos quanto negativos, associados à expansão da energia eólica, bem como as medidas de mitigação correspondentes. Por fim, examinaremos os desafios regulatórios atuais e as perspectivas futuras desse setor em constante evolução.

## 2 ENERGIA EÓLICA: CONCEITO E IMPORTÂNCIA

A energia eólica, é um recurso essencial na busca por soluções energéticas sustentáveis, é uma forma de energia cinética contida nas massas de ar em movimento, ou seja, no vento. Segundo Martins *et al.*, (2008), sua história remonta ao final do século XIX, mas foi apenas na década de 1970 que ganhou notoriedade, impulsionada pela crise global do petróleo. A primeira turbina eólica comercial conectada à rede elétrica foi instalada no ano de 1976, na Dinamarca, marcando o início de sua expansão global.

Nesse período, diversos países, incluindo o Brasil, demonstraram interesse no desenvolvimento de fontes alternativas de energia, visando reduzir a dependência do petróleo

e aumentar a autonomia energética. De acordo com Silva e Oliveira (2021), a energia eólica, atualmente é considerada uma das fontes naturais mais promissoras devido à sua natureza renovável e inesgotável. Essa energia pode ser aproveitada por meio de turbinas eólicas, também conhecidas como aerogeradores, para a geração de eletricidade.

A energia eólica é uma fonte versátil que vai além da geração de eletricidade. Conforme Silva e Oliveira (2021) destacam, essa forma de energia pode ser aplicada em operações mecânicas, como o bombeamento de água e a moagem de cereais, dependendo do tipo de turbina eólica utilizada. Essas turbinas são equipadas com unidades de controle de potência e, ocasionalmente, unidades de armazenamento, desempenhando um papel essencial na conversão da energia cinética do vento em energia útil.

Essa versatilidade da energia eólica se reflete na sua crescente relevância na matriz energética brasileira. Losenkann e Hallack (2018) destacam que a consolidação da energia eólica no Brasil foi impulsionada pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), lançado em 2002. Embora o programa tenha enfrentado desafios, ele marcou um comprometimento sério com essa fonte de energia. No entanto, a virada significativa ocorreu em 2004, quando a energia eólica foi incluída em leilões de energia, indicando uma abordagem mais proativa.

Em 2016, o Brasil já contava com uma impressionante capacidade instalada de 10,7 GW em energia eólica, representando cerca de 7% do parque gerador nacional. Esse crescimento substancial posicionou o Brasil como o nono maior país em capacidade instalada de energia eólica em todo o mundo. Esse marco não apenas demonstra a viabilidade técnica da energia eólica no país, mas também ressalta seu papel crucial na diversificação da matriz energética nacional, fortalecendo a segurança energética e contribuindo para uma abordagem mais sustentável e limpa da produção de energia (LOSENKANN E HALLACK, 2018).

Os autores Pinto, Martins e Pereira (2017), destacam que essa fonte de energia tem beneficiado especialmente as regiões Nordeste e Norte do Brasil, onde a demanda por energia elétrica é significativa. Dessa maneira, a instalação de parques eólicos, tanto em terra firme (onshore) quanto no mar (offshore), tem contribuído para o desenvolvimento sustentável do país. O Brasil abriga o maior parque eólico da América do Sul, o complexo Lagoas dos Ventos, localizado no Estado do Piauí, com uma capacidade de 1,5 GW e 372 aerogeradores (SILVA, 2023).

Conforme enfatiza Abreu e Moraes (2023), a energia eólica no ano de 2021 alcançou um marco significativo na matriz elétrica brasileira, representando cerca de 50,91% da capacidade instalada total e contribuindo com aproximadamente 11,8% da matriz elétrica

nacional. Isso evidencia a importância crescente dessa fonte de energia na matriz energética brasileira e destaca seu papel fundamental na busca por uma energia mais limpa e sustentável.

Deste modo, a trajetória histórica da energia eólica, desde suas origens modestas no século XIX constitui um testemunho vívido de seu potencial excepcional e de sua importância crescente. Ao longo desse percurso, a energia eólica evoluiu de uma fonte de energia pouco explorada para uma peça fundamental no xadrez da segurança energética e da sustentabilidade global. No contexto atual, caracterizado por desafios globais, incluindo a busca por fontes de energia mais limpas e o enfrentamento das mudanças climáticas, a energia eólica emerge como uma resposta sólida e confiável. Sua característica renovável, aliada à capacidade de geração de eletricidade e à versatilidade de aplicações, a coloca em posição de destaque no cenário energético. Contudo, a energia eólica não apenas atende às necessidades energéticas do presente, mas também representa um caminho viável para o futuro sustentável

### **3 REGULAMENTAÇÃO AMBIENTAL DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL**

A regulamentação ambiental desempenha um papel de destaque na busca pela expansão sustentável da energia eólica no Brasil. Essa fonte de energia, que tem crescido significativamente no país, demanda uma abordagem cautelosa para equilibrar o desenvolvimento do setor com a preservação do meio ambiente. Nesse contexto, a Resolução CONAMA 462/2014 se destaca como um marco importante na regulamentação do licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre., proporcionando uma base sólida para o processo de licenciamento eólico no Brasil.

Para compreender a relevância da Resolução CONAMA 462/2014, é fundamental traçar um histórico da legislação ambiental relacionada ao licenciamento de parques eólicos no país. O Brasil, com seu vasto potencial eólico, testemunhou um rápido crescimento na geração de energia a partir ventos. Em 2015, por exemplo, foram instaladas 111 novas usinas eólicas, somando um total de 2.753,79 MW à Matriz Elétrica Brasileira. Esses procedimentos firmam distribuídos em Estados como o Rio Grande do Norte, Bahia, Piauí, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Ceará e Santa Catarina (CTRGAS-ER, 2016).

No entanto, esse crescimento vigoroso da energia eólica no Brasil trouxe desafios relacionados ao licenciamento ambiental, uma vez que boa parte desses projetos se encontra em áreas de preservação permanente (APPs), consideradas patrimônio nacional e sujeitas a rígidas regulamentações ambientais. Isso demandou a necessidade de uma abordagem mais

critérioria no processo de licenciamento para garantir a compatibilidade entre a expansão do setor eólico e a conservação do meio ambiente.

Antes da introdução da Resolução CONAMA 462/2014, o processo de licenciamento ambiental para usinas de geração de eletricidade com capacidade superior a 10 MW seguia um conjunto de regulamentações, conforme apontado por Montenegro (2014). A Resolução CONAMA 01/1986 estabelecia a necessidade de elaboração de Estudos de Impacto Ambiental/Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para esses empreendimentos. Além disso, a Resolução CONAMA 06 de 1987, voltada especificamente para o setor elétrico, também reforçava a obrigatoriedade de EIA/RIMA. Posteriormente, a Resolução CONAMA 237/1997 ampliou ainda mais as regulamentações, determinando que empreendimento com potencial para causar significativa degradação ambiental estivessem sujeitos à apresentação de EIA/RIMA ou de outros estudos ambientais, a serem definidos pelo órgão ambiental competente (CARVALHO, 2022)

No ano de 2001, em meio à crise energética que afetou o Brasil, Gil (2014) destaca que foi promulgada a Resolução CONAMA 279/2001, que introduziu disposições específicas relacionadas ao licenciamento ambiental de usinas eólicas e outros empreendimentos caracterizados pelo baixo potencial de impacto ambiental. Esta resolução estabeleceu um procedimento simplificado, exigindo dos empreendedores a apresentação de um Relatório Ambiental Simplificado (RAS) como parte do processo de obtenção de licenças prévias. Além disso, A Instrução Normativa IBAMA 184/2008 também desempenhou um papel crucial no cenário regulatório, pois definiu os procedimentos necessários para o licenciamento ambiental em nível federal de empreendimentos caracterizados por apresentarem um impacto ambiental significativamente reduzido.

Neste sentido, a complexidade das regulamentações e a interferência do Ministério Público levaram a um cenário de insegurança jurídica no processo de licenciamento de parques eólicos. Para resolver esse dilema e proporcionar uma base sólida para o licenciamento ambiental de parques eólicos em terra, a Resolução CONAMA 462/2014 foi publicada no Diário Oficial da União em 25 de julho de 2014. Essa resolução estabelece procedimentos claros para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, promovendo a harmonia entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental (BRASIL, 2014).

Contudo, no Brasil, um dos Estados que mais se destacam em relação a energia eólica é o Rio Grande do Norte, desempenhando um papel fundamental na diversificação da matriz energética do país. Segundo Carvalho (2022) sua proeminência na produção de energia a partir

dos ventos o coloca como um dos principais polos dessa fonte de energia renovável no Brasil, contribuindo substancialmente para o suprimento energético do país de forma mais limpa e sustentável. Com seu vasto potencial eólico e um histórico notável de participação em leilões e investimentos em infraestrutura eólica, o Rio Grande do Norte continua a liderar o caminho rumo a uma matriz energética mais verde e alinhada com as metas de combate às mudanças climáticas.

### **3.1 Regulamentação do Licenciamento Ambiental eólico no Rio Grande do Norte**

A região nordeste do Brasil, que outrora enfrentou um esgotamento de seu potencial hidrelétrico na década de 90, vivenciou um notável ressurgimento como polo de energias alternativas. Nesse contexto, o estado do Rio Grande do Norte, que já detinha consideráveis reservas de petróleo e um vasto potencial eólico e solar, emergiu como líder no desenvolvimento de ações concretas nos últimos sete anos. Estas ações envolveram a racionalização dos procedimentos de interação com o setor, organização da informação setorial, conquistas regulatórias, mobilização de agentes econômicos e integração dos órgãos governamentais relacionados a esses empreendimentos (CERNE, 2014).

O Rio Grande do Norte alcançou proeminência nacional e internacional ao conquistar o primeiro lugar em novos projetos eólicos licitados em leilões federais entre 2009 e 2013 (CERNE, 2014). Liderando a geração de energia eólica em terra no Brasil, o estado nordestino encontra-se em uma posição favorável para expandir suas atividades também na geração eólica offshore, inclusive sediando fábricas de componentes, como pás e aerogeradores (ABEEólica, 2022).

Dados da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) de agosto de 2023, divulgados no relatório Infovento, mostram que o Rio Grande do Norte é o estado líder em produção de energia eólica no Brasil, com uma potência de geração de 8.483,03 megawatts. O estado tem 261 parques instalados, com 3.116 aerogeradores, sendo capaz de abastecer cerca de 40 milhões de residências por mês, beneficiando mais de 100 milhões de habitantes (ABEEólica, 2023).

O licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos no Estado Potiguar é regido pelas leis estaduais complementares LCE 272/2004 e LCE 380/2008. Entretanto, não existe ainda uma legislação específica apenas para tratar dos procedimentos de licenciamento de empreendimentos eólicos no estado, sendo aplicadas as leis estaduais existentes. Dependendo do porte, da localização e do potencial de impacto do empreendimento, ou mediante avaliação

técnica do órgão competente, podem ser solicitados diferentes tipos de estudos ambientais, como EIA/RIMA, RAS e outros, para subsidiar a análise do licenciamento (CARVALHO, 2022).

Recentemente, houve uma recomendação da Procuradoria Geral do Estado (PGE) para que o órgão responsável pelas licenças, o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA), adequasse suas normativas de licenciamento ambiental de acordo com a legislação federal. Isso inclui a exigência de Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) para projetos eólicos acima de 10 MW, em vez de apenas o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) (CARVALHO, 2022). Esse ajuste visa a alinhar os procedimentos locais com os padrões mais abrangentes estabelecidos em nível federal, garantindo uma avaliação mais completa dos impactos ambientais dos projetos eólicos no Rio Grande do Norte.

Nesse contexto, o estado demonstra um compromisso contínuo com a expansão da energia eólica e com a adoção de melhores práticas de regulamentação ambiental, buscando equilibrar o crescimento econômico com a preservação ambiental.

O Rio Grande do Norte é um exemplo de como a geração de energia eólica pode ser uma alternativa viável e sustentável para a matriz energética brasileira. Com um potencial eólico significativo e uma produção consolidada, o estado serve de modelo para outros estados brasileiros que buscam diversificar suas fontes de energia e reduzir a dependência de fontes não renováveis.

#### **4 DESAFIOS REGULATÓRIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS**

No que diz respeito aos desafios regulatórios atuais, destaca-se a complexidade do processo de licenciamento ambiental para parques eólicos. Embora existam regulamentações específicas para essa finalidade, o cumprimento de todas as exigências, principalmente em áreas ambientalmente sensíveis, pode tornar-se um processo demorado e custoso. A obtenção de licenças ambientais é fundamental para a viabilização dos projetos eólicos, e a demora nesse processo pode afetar negativamente o cronograma de implantação desses empreendimentos (FARIAS, 2020)

Outro desafio enfrentado pelo setor eólico diz respeito à harmonização das normas e regulamentos. A falta de alinhamento entre as regulamentações estaduais e federais, aliada à ambiguidade em algumas disposições regulatórias, pode criar incertezas e dificuldades na interpretação das regras do jogo. Isso pode resultar em litígios e atrasos nos projetos, impactando o investimento no setor (FARIAS, 2020)

Além disso, a questão da infraestrutura de transmissão de energia é um desafio significativo para a expansão da energia eólica no Brasil. De acordo com Pinto, Martins e Pereira (2017), para que a energia gerada pelos parques eólicos seja efetivamente entregue aos centros de consumo, é necessária uma infraestrutura de transmissão robusta e eficiente. A ampliação dessa infraestrutura é essencial para acompanhar o crescimento da capacidade instalada de geração eólica

No que se refere às perspectivas futuras, Neto *et al* (2020) afirmam que o setor eólico brasileiro continua a apresentar um grande potencial de crescimento. A previsão é que as fontes renováveis, como a energia eólica e solar, representem uma parcela significativa da matriz elétrica até o fim de 2023, contribuindo para a diversificação da matriz energética e a redução da dependência de fontes não renováveis.

Além disso, o Brasil está trabalhando na elaboração de políticas e regulamentações mais claras e eficientes para o setor eólico. A revisão e atualização das normas ambientais e regulatórias podem contribuir para simplificar o processo de licenciamento e aumentar a segurança jurídica dos investidores.

Uma iniciativa de grande relevância tem sido a política de conteúdo local, implementada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Essa política tem como objetivo incentivar a produção local de componentes eólicos, fortalecendo a indústria nacional e, ao mesmo tempo, reduzindo os custos associados à importação de equipamentos. A integração de fabricantes e fornecedores locais na cadeia de abastecimento da energia eólica tem contribuído para a sustentabilidade e competitividade do setor (RIBEIRO, 2017).

Em adição, algumas regiões do Brasil, conforme discorre Cunha (2022) oferecem incentivos fiscais específicos para projetos de energia renovável, incluindo a energia eólica. Esses incentivos podem variar, mas muitas vezes incluem isenções fiscais e reduções nas taxas de imposto sobre a propriedade, tornando os investimentos em energia eólica ainda mais atraentes para empresas e investidores.

Outro aspecto relevante é o mercado de Certificados de Energia Renovável (RECs). Gomes e Silva (2020) abordam que esses certificados permitem que empresas demonstrem seu compromisso com a utilização de energia proveniente de fontes renováveis, impulsionando a demanda por energia eólica. Muitas usinas eólicas no Brasil são certificadas para a emissão de RECs, o que proporciona uma fonte adicional de receita para esses empreendedores e promove ainda mais o setor.

Além disso, as regulamentações ambientais desempenham um papel crucial no setor eólico brasileiro. O licenciamento ambiental é um requisito essencial para a implementação de projetos eólicos, estabelecendo critérios rigorosos para a avaliação e mitigação de impactos ambientais. Essas regulamentações garantem que o crescimento do setor seja sustentável e responsável (CARVALHO, 2022)

O governo brasileiro também está investindo significativamente em infraestrutura logística e portuária para facilitar o transporte eficiente de equipamentos eólicos até os locais de instalação. Esses investimentos contribuem para a conclusão bem-sucedida de projetos eólicos e são um reflexo do compromisso contínuo do país com a expansão dessa fonte de energia limpa (FURTADO, 2023)

A regulamentação de sistemas híbridos, que combinam energia eólica com outras fontes, está na agenda regulatória. Essas regulamentações devem definir requisitos e incentivos para projetos híbridos, diversificando ainda mais a matriz energética e possibilitando uma geração de energia mais estável e confiável (ANEEL, 2020)

Nesta perspectiva, é essencial compreender que as políticas e regulamentações estão sujeitas a mudanças à medida que o setor evolui e novas tecnologias emergem. O Brasil continua a colaborar com partes interessadas e especialistas para aprimorar constantemente o ambiente regulatório, garantindo que a energia eólica continue a desempenhar um papel significativo em sua matriz energética e na transição para fontes mais limpas e sustentáveis.

## **5 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO**

A energia eólica é amplamente adotada globalmente devido à sua capacidade de fornecer eletricidade de maneira sustentável e à contribuição para a redução das emissões de gases de efeito estufa. No entanto, é importante reconhecer que a instalação de parques eólicos pode resultar em tanto impactos socioambientais quanto em benefícios econômicos significativos para as comunidades locais (MOREIRA; MARINHO, TEIXEIRA, 2018).

Um dos impactos socioambientais a ser considerado é a privatização de extensos trechos do litoral causada pela instalação de parques eólicos. Embora essa energia seja considerada limpa e sustentável, sua implementação muitas vezes requer áreas extensas, que podem incluir terras costeiras. Essa ocupação do litoral pode levantar preocupações em relação ao acesso público a essas áreas, afetando comunidades locais que dependem desses trechos para suas atividades econômicas e culturais (MOREIRA; MARINHO; TEIXEIRA, 2018).

Neste contexto, conforme expressa Albadó (2002), a privatização do litoral pode limitar o acesso de pescadores, turistas e residentes locais a praias e áreas de pesca, afetando diretamente as atividades econômicas e culturais dessas comunidades. Além disso, a instalação de infraestrutura relacionada à energia eólica, como estradas de acesso e torres de transmissão, pode causar impactos ambientais, como a fragmentação de ecossistemas costeiros e a alteração do habitat da vida selvagem.

No entanto, é fundamental ressaltar que, embora esses impactos socioambientais sejam importantes considerações, a energia eólica também oferece benefícios econômicos significativos para as comunidades locais. Esses benefícios incluem a criação de empregos diretos e indiretos na construção, operação e manutenção dos parques eólicos, bem como a geração de receita por meio de arrendamentos de terras e acordos de desenvolvimento comunitário.

Outro impacto a ser considerado na instalação de parques eólicos está relacionado à interferência eletromagnética nas redes de comunicação. Pinto, Martins e Pereira (2017) ressaltam que embora a energia eólica seja uma fonte de energia limpa e renovável, as turbinas eólicas, em operação, geram campos eletromagnéticos devido ao funcionamento de seus sistemas elétricos e eletrônicos. Essa emissão de campos eletromagnéticos pode interferir nas redes de comunicação, afetando a qualidade dos serviços de telecomunicações nas comunidades locais.

A interferência eletromagnética pode resultar em problemas como quedas de sinal, ruídos, interrupções nas transmissões de dados e telefonia, afetando não apenas o uso cotidiano das comunicações, mas também impactando atividades comerciais, educacionais e de saúde que dependem de redes confiáveis (PINTO, MARTINS; PEREIRA, 2017).

Para mitigar esse impacto, é necessário implementar medidas técnicas que reduzam a interferência eletromagnética. Isso pode incluir o uso de tecnologias de blindagem eletromagnética nas infraestruturas das turbinas eólicas e a seleção adequada de locais de instalação que minimizem a interferência nas redes de comunicação existentes. (PINTO, MARTINS; PEREIRA, 2017).

É importante destacar que a interferência eletromagnética não é um problema insolúvel, e com a aplicação de medidas adequadas, é possível minimizar seus efeitos negativos. Além disso, é fundamental que os órgãos reguladores e as empresas do setor elétrico estejam atentos à questão da interferência eletromagnética e adotem práticas que garantam a qualidade das redes de comunicação nas áreas onde os parques eólicos são implantados.

Alguns dos impactos ambientais mais relevantes incluem a alteração do habitat de espécies animais e a interferência na paisagem natural.

A instalação de turbinas eólicas frequentemente requer a preparação do terreno, o que pode resultar na remoção de vegetação nativa e na modificação do solo. De acordo com Tavares; Verdun; Vieira (2021), isso pode afetar diretamente o habitat de diversas espécies animais que dependem dessas áreas para alimentação, reprodução e abrigo. A degradação do habitat pode levar à fragmentação de populações e, em alguns casos, ao declínio de espécies locais.

Segundo os autores enfatizados, além disso, as próprias turbinas eólicas representam riscos para a fauna local. As aves, em particular, podem colidir com as pás das turbinas, resultando em lesões ou morte. Para minimizar esses impactos, são necessárias medidas de mitigação, como a escolha de locais de instalação que levem em consideração as rotas migratórias das aves e a implementação de sistemas de detecção para desligar as turbinas quando necessário.

A interferência na paisagem natural também é uma preocupação ambiental relevante. A instalação de grandes parques eólicos pode alterar drasticamente a aparência da paisagem local, o que pode ser indesejável em áreas de grande valor estético ou cultural. Isso pode afetar o turismo e o bem-estar das comunidades locais, que podem perder parte de sua identidade cultural e econômica devido às mudanças na paisagem.

Para lidar com esses impactos ambientais, é fundamental realizar avaliações de impacto ambiental abrangentes antes da instalação de parques eólicos. Essas avaliações devem considerar não apenas os aspectos econômicos e energéticos, mas também os impactos na biodiversidade e na paisagem. Medidas de mitigação, como a restauração de áreas afetadas e o desenvolvimento de estratégias de conservação da fauna, devem ser incorporadas aos projetos.

Uma outra perspectiva interessante é o estabelecimento de um diálogo efetivo com as comunidades locais é uma prática essencial na implementação de parques eólicos. Esse processo de engajamento com as comunidades visa não apenas minimizar os impactos socioambientais, mas também garantir que os benefícios econômicos sejam compartilhados de maneira justa e equitativa (TAVARES; VERDUM; VIEIRA, 2021)

As comunidades locais, conforme enfatiza Pinto, Martins e Pereira (2017) desempenham um papel fundamental na aceitação e no sucesso de projetos de energia eólica. Portanto, é crucial que as empresas responsáveis pela instalação dos parques eólicos estabeleçam canais de comunicação transparentes e eficazes desde as fases iniciais do planejamento até a operação do parque. Esse diálogo deve ser baseado em princípios de respeito, cooperação e inclusão

Uma das preocupações das comunidades locais diz respeito aos impactos na qualidade de vida e no ambiente. O diálogo pode ser uma oportunidade para ouvir as preocupações e necessidades das comunidades e buscar soluções conjuntas para mitigar os impactos, como a implementação de medidas de conservação da fauna, a restauração de áreas degradadas e a minimização da interferência na paisagem (GORAYEB; BRANNSTRAN, 2019).

Além disso, as empresas podem colaborar com as comunidades locais no desenvolvimento de programas de capacitação e treinamento, visando aumentar a empregabilidade e a participação da mão de obra local na operação e manutenção dos parques eólicos. Isso não apenas gera benefícios econômicos diretos, como também fortalece os laços entre as empresas e as comunidades (GORAYEB; BRANNSTRAN, 2019).

A promoção de benefícios econômicos tangíveis para as comunidades locais é uma parte importante desse diálogo. Isso pode incluir a criação de oportunidades de emprego, o apoio a pequenos negócios locais e a contribuição para fundos de desenvolvimento comunitário. Essas medidas não apenas compartilham os benefícios econômicos da energia eólica, mas também fortalecem o desenvolvimento sustentável das áreas afetadas (GORAYEB; BRANNSTRAN, 2019).

O desenvolvimento de projetos sociais é uma estratégia essencial que as empresas responsáveis pela instalação de parques eólicos podem adotar para promover o desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais. Esses projetos vão além dos benefícios econômicos diretos, como a criação de empregos, e buscam melhorar a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas que vivem nas proximidades dos parques eólicos (PINTO; PEREIRA; MARTINS, 2017).

Um dos principais tipos de projetos sociais que podem ser implementados envolve o fortalecimento da infraestrutura local. Isso pode incluir a construção de escolas, postos de saúde, estradas e outras instalações essenciais que muitas vezes são carentes em áreas remotas. A presença de infraestrutura de qualidade não apenas melhora o acesso a serviços básicos, como educação e cuidados de saúde, mas também impulsiona o desenvolvimento econômico ao facilitar o comércio e o acesso a mercados (PINTO; PEREIRA; MARTINS, 2017).

Além disso, as empresas podem investir em programas de capacitação e treinamento para os residentes locais. Isso não apenas aumenta a empregabilidade da população local, mas também promove a formação de uma mão de obra qualificada que pode ser utilizada na operação e manutenção dos parques eólicos. Esses programas de capacitação podem abranger uma variedade de áreas, desde habilidades técnicas até empreendedorismo e gestão (SIAMAS; PACC, 2013).

Outra maneira pela qual as empresas podem contribuir para o desenvolvimento social é por meio de parcerias com organizações locais e governos. Essas parcerias podem envolver a criação de fundos de desenvolvimento comunitário, nos quais uma porcentagem dos ganhos gerados pelos parques eólicos é direcionada para projetos específicos nas áreas circundantes. Essa abordagem garante que os benefícios econômicos da energia eólica sejam reinvestidos nas próprias comunidades afetadas (SIAMAS; PACC, 2013).

É importante ressaltar que o desenvolvimento de projetos sociais deve ser feito em estreita colaboração com as comunidades locais, levando em consideração suas necessidades, aspirações e prioridades. O diálogo contínuo e a participação das comunidades são fundamentais para garantir que os projetos sociais sejam eficazes e atendam às demandas reais das populações locais (SIAMAS; PACC, 2013).

Compreender os impactos socioambientais e as medidas de mitigação associadas à energia eólica desempenha um papel fundamental na condução de uma transição energética eficaz e sustentável. Embora a instalação de parques eólicos possa apresentar desafios, como a privatização de áreas costeiras e interferência nas comunicações, os benefícios econômicos substanciais e o potencial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa são aspectos notáveis. Portanto, é essencial adotar abordagens integradas que abrangem o estabelecimento de um diálogo significativo com as comunidades locais, o desenvolvimento de projetos sociais e a implementação de medidas técnicas para minimizar os impactos adversos, assegurando, assim, uma transição para a energia eólica que seja tanto eficiente quanto sustentável.

## CONCLUSÃO

Em síntese, este estudo abordou a trajetória da energia eólica no Brasil, enfatizando sua crescente relevância na matriz energética do país. Foi realizada uma análise da regulamentação ambiental relacionada a empreendimentos eólicos, com destaque para a Resolução CONAMA 462/2014 e os aspectos específicos do licenciamento no estado do Rio Grande do Norte. Adicionalmente, foram explorados os desafios regulatórios enfrentados pelo setor e as perspectivas para o futuro.

Os resultados deste artigo evidenciam que a energia eólica não apenas desempenha um papel significativo na diversificação da matriz energética brasileira, mas também contribui para a sustentabilidade e segurança energética do país. A regulamentação ambiental surge como um elemento-chave nesse processo, assegurando que o crescimento do setor seja realizado de maneira equilibrada, considerando a preservação do meio ambiente.

Um outro fator fundamental são os aspectos socioambientais e as medidas de mitigação, pois representa um papel crucial no contexto da energia eólica, pois não considera apenas os aspectos técnicos e econômicos, mas também os impactos sociais e ambientais associados a essa fonte de energia renovável

À medida que o Brasil avança em direção a uma matriz energética mais limpa e sustentável, a energia eólica se consolida como um elemento fundamental nessa transição. Sua natureza renovável, capacidade de geração de eletricidade e versatilidade de aplicações destacam-na como uma resposta sólida aos desafios energéticos globais. A jornada da energia eólica, de uma fonte pouco explorada no século XIX a um pilar da energia sustentável no século XXI, exemplifica seu papel vital na busca por um futuro mais limpo e sustentável

## REFERÊNCIAS

ABREU, F. O. MORAES, C. A. Panorama da Energia Eólica no Brasil: Facilitadores e desafios para Implementação e Consolidação dessa nova Fonte de Energia Elétrica. **Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica**, v. 5, n.4, 2023.

ANEEL **Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 002/2020-SRG/SRT/SCG/ANEEL**. Brasília, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA - ABEEÓLICA. **Eólica: energia para um futuro inovador**. 2022. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica-o-setor/> acesso em: 13 set de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA - ABEEÓLICA. **Infovento: Edição 32**. 2023. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/dados-abeeolica/?ano=2023&slug=infovento> acesso em: 13 set de 2023.

BRASIL (2014). **Resolução nº 462, De 24 De Julho De 2014**. Disponível em: <file:///C:/Users/gabri/Downloads/resolucao-conama-462-2014-energia-eolica.pdf> acesso em: 13 set de 2023.

CARVALHO, E. M. de. **O Licenciamento Ambiental De Energia Eólica No Brasil E Em Território Norte-Rio-Grandense** Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola de Ciência e Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, 2022.

CERNE. Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia. (2014). **A indústria dos ventos e o Rio Grande do Norte Brasil – 2014**. Disponível em: <https://cerne.org.br/pdfs/CartilhaEolicaCERNE2014.pdf> acesso em: 13 set de 2023.

CRTRGAS-ER. (2016) **Legislação Ambiental Aplicada À Implantação De Parques Eólicos**. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/introduo--legislao-ambiental-aplicada-a-implantao-de-parques-elicos-apostila01.pdf> Acesso em: 13 set de 2023.

CUNHA (2022) **Energia eólica no Brasil: marcos, avanços e incentivos fiscais para o setor.** Disponível em: <https://www.dpc.com.br/energia-eolica-incentivos-fiscais/> acesso em: 12 set de 2023

FARIAS, A. F. **O Ciclo De Vida De Parques Eólicos Onshore No Brasil: Da Prospecção À Desativação** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

FURTADO. M. (2023) **Logística e infraestrutura para parques offshore movimentam mercado.** Disponível em: <https://editorabrasilenergia.com.br/logistica-e-infraestrutura-para-parques-offshore-movimentam-mercado/> acesso em: 12 set de 2023

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Luciana. O avanço das eólicas e a situação do licenciamento ambiental no Brasil. **Revista Brasil Energia**, nº 398, janeiro 2014.

GOMES, W. M. B. SILVA, J. A. A. da. Potencialidades E Desafios Das Energias Renováveis Para O Desenvolvimento Sustentável: Análise Do Programa De Certificação De Energia Renovável No Brasil. **Revista gest. sust. ambient.** Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 545-565, 2020

LOSEKANN, Luciano; HALLACK, Michelle. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. In: NEGRI, João Alberto de; ARAÚJO, Bruno César; BACELETTE, Ricardo (Ed.). **Desafios da nação: artigos de apoio.** Brasília: Ipea, 2018. v. 2, p. 631-655.

MARTINS, F. R *et al* O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p.1304-1 a 1304-13, 2008.

MOREIRA, R. N; MARINHO, L. F. de L.; TEIXEIRA, Roberto Ney Ciarlini. **Impactos Socioambientais Positivos e Negativos: Um Estudo sobre a Energia Eólica no Estado do Ceará.** XX Encontro Internacional sobre Gestão empresarial e meio ambiente. ENGEMA, 2018.

NETO, J. A. *et al.* Evolução e perspectivas do setor eólico no Brasil: análise dos principais estados produtores. **Revista em Agronegócio e meio ambiente**, v. 13 n. 4, 2020.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R. PEREIRA, E. B.. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, São Paulo, v. 12, p. 1082-1100, 2017.

RIBEIRO, L. B. **Um estudo sobre Energia Eólica No Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso. submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Ouro Preto. 2017.

SILVA, F. B. da. OLIVEIRA, A. C. de. **Potenciais Tecnologias Da Indústria 4.0 No Setor De Energia Eólica: Uma Revisão Literári.** (Artigo Científico) Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, 2021.

SILVA, J. A. Energia eólica no Brasil Avanços e desafios. **Revista Princípios.** nº 167, 2023.

SIMAS, M. PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, v. 27, p. 99-116, 2013.

TAVARES, P. R. VERDUM, R. VIEIRA, L de F. dos S. **A Paisagem Modificada e os Impactos na Avifauna no Parque Eólico Tramandaí, na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.** XIV Encontro Nacional De Pós-Graduação E Pesquisa Em Geografia, 2021.