

PLANOS E PROGRAMAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: UMA ANÁLISE DOS EMPREENDIMENTOS DE ENERGIA EÓLICA DO RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL, ENTRE 2010 E 2023

PLANS AND PROGRAMS FOR THE PREVENTION AND MITIGATION OF SOCIO ENVIRONMENTAL IMPACTS: AN ANALYSIS OF TWO WIND ENERGY PROJECTS IN RIO GRANDE DO NORTE – BRAZIL, BETWEEN 2010 AND 2023

PLANES Y PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES: UN ANÁLISIS DE LOS PROYECTOS DE ENERGÍA EÓLICA EN RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL, ENTRE 2010 Y 2023

Talles Rodrigo Barbosa de Aquino¹

 0000-0002-5984-7121

tallesrodrigo100@hotmail.com

Francisco das Chagas Silveira Souza²

 0009-0003-9042-1596

chagassouza1@outlook.com

Ana Paula Perlin³

 0000-0002-1756-5150

ana.perlin@ufsm.br

1 Discente do Mestrado em Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5984-7121>. E-mail: tallesrodrigo100@hotmail.com.

2 Discente do Mestrado em Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9042-1596>. E-mail: chagassouza1@outlook.com.

3 Pós-doutoranda em Administração na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1756-5150>. E-mail: ana.perlin@ufsm.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: A indústria de energia eólica no Brasil tem contribuído para a transição energética para uma matriz mais limpa no país. Essa expansão ocorre principalmente após incentivos ao setor de energias renováveis e à indústria a partir de 2002 e mais consistente após 2009 com o sistema de leilões. Porém, a produção de energia por fonte eólica no modelo centralizado acarreta diversos impactos, expondo populações a vulnerabilidades socioambientais. O estado do Rio Grande do Norte se destaca na produção de energia eólica no Brasil com a maior capacidade instalada e segunda maior quantidade de usinas. Assim, esta pesquisa objetiva analisar como os empreendimentos de energia eólica no RN têm planejado ações de prevenção e mitigação de impactos socioambientais. Para isso, foram analisados Relatórios e Estudos de Impactos Ambientais de empreendimentos para geração centralizada de energia eólica, consultando-se os Planos e Programas socioambientais. Foi observado um maior número de Planos/Programas na dimensão ambiental em detrimento da dimensão socioeconômica. Para grande parte dos impactos ambientais relatados por estudos de revisão de literatura, existem Planos/Programas correspondentes na maioria dos empreendimentos analisados, enquanto a grande maioria dos impactos socioeconômicos relatados pela literatura possuem Planos/Programas correspondente apenas na minoria de empreendimentos.

Palavras-chave: Energias Renováveis. Planejamento Ambiental.

ABSTRACT: The wind energy industry in Brazil has contributed to the energy transition for a cleaner matrix in the country. This expansion occurs mainly with incentives for the renewable energy sector and industry starting in 2002 and is more consistent after 2009 with the leitmóis system. Therefore, the production of energy from wind sources through a centralized model carries various impacts, exposing populations to socio-environmental vulnerabilities. The state of Rio Grande do Norte stands out in the production of wind energy in Brazil with the largest installed capacity and second largest number of plants. Likewise, this research aims to analyze how RN wind energy projects are planned actions to prevent and mitigate socio-environmental impacts. For this purpose, we have analyzed Reports and Environmental Impact Studies of undertakings for the centralized generation of wind energy, consulting the Socio-Environmental Plans and Programs. A greater number of Plans/Programs was observed in the environmental dimension to the detriment of the socioeconomic dimension. For most of the environmental impacts reported by literature review studies, there are corresponding Plans/Programs in most of the projects analyzed, while the vast majority of socioeconomic impacts reported by the literature have corresponding Plans/Programs only in a minority of projects.

Keywords: Renewable Energies. Environmental Planning.

RESUMEN: La industria eólica en Brasil ha contribuido a la transición energética hacia una matriz más limpia en el país. Esta expansión se produce principalmente después de los incentivos para el sector y la industria de las energías renovables a partir de 2002 y más consistentes después de 2009 con el sistema de subastas. Sin embargo, la producción de energía a partir de fuentes eólicas en el modelo centralizado provoca varios impactos, exponiendo a las poblaciones a vulnerabilidades socioambientales. El estado de Rio Grande do Norte se destaca en la producción de energía eólica de Brasil con la mayor capacidad instalada y el segundo mayor número de plantas. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo analizar cómo los proyectos de energía eólica en RN cuentan con acciones planificadas para prevenir y mitigar impactos socioambientales. Para ello se analizaron Informes y Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de generación centralizada de energía eólica, consultando los Planes y Programas socioambientales. Se observó un mayor número de Planes/Programas en la dimensión ambiental en detrimento de la dimensión socioeconómica. Para la mayoría de los impactos ambientales informados por los estudios de revisión de la literatura, existen Planes/Programas correspondientes en la mayoría de los proyectos analizados, mientras que la gran mayoría de los impactos socioeconómicos informados en la literatura tienen Planes/Programas correspondientes solo en una minoría de los proyectos.

Palabras clave: Energías Renovables. Planificación Ambiental.

INTRODUÇÃO

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7 – Energia acessível e limpa, estabelece metas para aumentar substancialmente a participação das energias renováveis na matriz energética mundial e o fomento a tecnologias de energias limpas até 2030, como forma de garantir acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e todas (ONU, 2015). Esse, assim como outros ODSs, faz parte da Agenda 2030 firmada por diversos países visando superar diversos problemas, como a fome, pobreza e desigualdades.

Nesse contexto, a energia eólica tem sido uma fonte de energia renovável considerada a energia limpa com tecnologia mais madura dentre as disponíveis e a mais compatível com animais e humanos (Nazir *et al.*, 2020), possuindo grande competitividade no mercado em comparação aos combustíveis fósseis (Da Silva *et al.*, 2022).

No Brasil, a implementação de produção de energia por fonte eólica parece ter ganhado destaque a partir da criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), pela Lei nº 10.438/2002, a qual possibilitou o aumento da participação de fontes de energia renováveis, incluindo a eólica (BRASIL, 2002). Nesse âmbito também se ressalta a Lei nº 12.783/2013 que, viabilizou a criação da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) para fomentar o desenvolvimento energético dos Estados e, dentre outros objetivos, tornar mais competitiva a energia produzida por fontes eólica, termossolar, fotovoltaica e outras fontes renováveis (BRASIL, 2013).

Nesse contexto, a região Nordeste do Brasil possui expressiva participação na geração de energia por fonte eólica e solar (ABEEÓLICA, 2022) e o estado do Rio Grande do Norte (RN) contava em julho de 2023 com a maior capacidade instalada do país para geração de energia elétrica por fonte eólica (8.806 MW) e a segunda maior quantidade de usinas eólicas (267) (CCEE, 2023). O RN possui grande potencial para energia eólica pois sua localização geográfica favorece correntes de vento tanto no litoral como no interior e, apesar da sazonalidade dos ventos, é considerado o estado com os melhores ventos para instalação de parques eólicos do território brasileiro (Dantas *et al.*, 2021).

No entanto, como se verá neste trabalho, a produção de energia por fonte eólica não é livre de impactos socioambientais, motivo pelo qual os empreendimentos elaboram Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) para o processo de licenciamento. Nestes documentos, uma parte do conteúdo registra o planejamento de ações para prevenir e mitigar impactos socioambientais, são os intitulados Planos ou Programas de ação. Estes dispositivos são planejados conforme as especificidades locais e a legislação ambiental aplicável das esferas federal, estadual e municipal.

Inserido neste contexto, o objetivo desta pesquisa é analisar como os empreendimentos de energia eólica no estado do RN têm planejado ações de prevenção e mitigação de impactos socioambientais. Para isso, foram analisados os RIMAs de empreendimentos que registraram processo de licenciamento para geração centralizada de energia eólica, consultando-se os planos e programas socioambientais. A documentação foi obtida no sítio eletrônico do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA/RN). Por fim, confrontou-se os dados obtidos com os principais impactos elencados pela literatura sobre o tema, a fim de fornecer um panorama das ações planejadas pelos empreendimentos no RN.

Com isso, esta pesquisa contribui para identificar as práticas ambientais dos empreendimentos no que se refere aos potenciais impactos do setor de produção de energia por fonte eólica no RN, com foco na compreensão de quais as ações de prevenção e mitigação estão sendo planejadas. Além disso, a partir da análise interpretativa à luz de outras pesquisas sobre impactos da energia eólica, contribui-se para identificar possíveis pontos a serem melhorados no planejamento dos planos e programas dos empreendimentos de energia eólica, o que pode ser útil não só para as empresas considerarem a viabilidade de realizar ajustes, mas também para o poder público analisar a necessidade de estabelecer novas regulamentações sobre o tema.

ENERGIA EÓLICA E SEUS IMPACTOS

Para Adami, Antunes e Dawson (2022), o êxito do desenvolvimento do setor eólico brasileiro está relacionado a integração de políticas para implementação de energias renováveis, para indústrias, e pela criação do sistema de leilões em 2009. A fonte eólica era responsável por 2% da geração de energia elétrica nacional em 2013 e por 14% em julho de 2023, passando de uma capacidade instalada de 2.000 MW para 28.000 MW em 10 anos (CCEE, 2023). Tais dados demonstram uma transição para fontes renováveis e que parece ser um movimento global, visto que segundo a Agência Internacional de Energia (IEA) a geração por fontes eólica, solar fotovoltaica e biocombustíveis aumentou sua representação na matriz mundial de 2010 a 2020, assim como a participação do petróleo tem reduzido e de nuclear e carvão estabilizado (IEA, 2022).

Entretanto, a energia eólica possui impactos associados à construção e operação dos parques e, apesar disso, o licenciamento desses empreendimentos é considerado célere pelo fato de se caracterizar como de pequeno porte (DA SILVA *et al.*, 2022). Estudos na região Nordeste, por exemplo, revelam impactos na produção agrícola familiar ou de pequenos produtores, como Santana e Silva (2021), Junior *et al.* (2021), Da Silva (2023), Sales e Sales (2023). Especificamente no RN outros estudos revelam que os parques eólicos causaram exposição das comunidades no entorno a vulnerabilidade socioambiental, além de não ter se concretizado um desenvolvimento local, que por vezes, é utilizado como discurso para fomentar a implantação desses empreendimentos (Hofstaetter, 2016; Costa, 2015).

Evidencia-se, assim, que os impactos da geração de energia eólica são diversos e envolvem não só dimensões ambientais, como interferência no meio físico e biótico, mas também em dimensões socioeconômicas, a partir da

interação com as populações dos territórios onde são instalados os parques eólicos. A seguir são apresentados os principais problemas e potenciais impactos negativos associados a essa atividade a partir de autores que realizaram estudos de revisão e estado da arte sobre o tema, não só no Brasil como também em outros países. Por conveniência os itens estão organizados pela dimensão ambiental e socioeconômica.

Impactos na dimensão ambiental

a) Supressão Vegetal: a retirada da cobertura vegetal para fundações dos aerogeradores e construção de estradas está associada à destruição de habitat, que por sua vez atinge plantas e animais alterando o equilíbrio ecológico e podendo contribuir para extinção de espécies. O desmatamento também é responsável por mudanças no clima local, pois a perda de vegetação pode interferir em padrões de chuva. Esse impacto é ainda mais problemático em regiões semiáridas que já possuem ecossistemas frágeis (Da Silva *et al.*, 2022; Nazir *et al.*, 2020; Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Dai *et al.*, 2015).

b) Impacto em aves e morcegos: a presença de aerogeradores está associada indução da mortalidade e distúrbios em aves e morcegos, que podem colidir com as pás eólicas em movimento ou até mesmo em outras estruturas da usina, como cabos e linhas de transmissão. Mesmo à noite, as luzes presentes nos aerogeradores atraem aves, levando ao maior número desses animais voando na região, tornando-os mais vulneráveis às colisões (Da Silva *et al.*, 2022; Nazir *et al.*, 2020; Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Dai *et al.*, 2015).

c) Processos erosivos: a erosão do solo associada às usinas eólicas está ligada à retirada de cobertura vegetal e a escavações para construção do parque eólico e de estradas de acesso. Com a exposição do solo aos efeitos climáticos como ventos e chuvas, a erosão torna-se passível de ocorrer, causando a degradação do solo (Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Nazir *et al.*, 2020; Dai *et al.*, 2015).

d) Interferência eletromagnética: a presença das turbinas eólicas tem potencial para causar interferência nas ondas de rádio, seja pela estrutura da torre ou das pás. Segundo afirma Dai *et al.* (2015), os efeitos podem ser percebidos em diversos serviços sem fio tais como sinal de televisão, rádio FM e sistemas de navegação.

e) Efluentes líquidos: o uso de maquinários pesados na construção ou atividades de manutenção das usinas como lubrificação podem eventualmente ocasionar o despejo de óleo no solo que ao infiltrar ocasiona sérios problemas ambientais, assim como pode ocorrer em caso de produções *offshore*, contaminando os oceanos (Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Dai *et al.*, 2015; Nazir *et al.*, 2020).

f) Interferência no clima: Nazir *et al.*, (2020) comentam que a remoção de vegetação pode resultar em mudanças climáticas indesejadas, como alterações nos padrões de chuva. Já segundo Dai *et al.*, (2015) essa mudança climática local ocasionada pelos parques eólicos pode induzir a longo prazo mudanças na vida selvagem. Apesar de a mudança climática poder ocorrer de forma negativa na região, os autores salientam que estudos demonstram que o contrário também pode ocorrer, com observado na redução da velocidade de ventos que contribuiu para mitigação de efeitos de tempestade de areia em uma província da China.

g) Comprometimento de corpos hídricos: o problema é relatado pelo estudo de revisão de Da Silva (2022) e está relacionado não só a potenciais efeitos do despejo de efluentes líquidos contaminantes, como óleo de maquinários, mas também à perfuração de poços artesianos para instalação dos empreendimentos, comprometendo a disponibilidade de água nos lençóis freáticos e, portanto, reduzindo a água doce disponível para as populações.

h) Alteração topográfica: este problema pode ocorrer principalmente em regiões de dunas, como observa Da Silva (2022), devido às movimentações de areia que sofrem interferência dos ventos.

Impactos na dimensão socioeconômica

a) Adoecimento: o adoecimento da população no entorno dos parques tem sido associado principalmente aos efeitos do ruído das usinas eólicas, seja pelo efeito aerodinâmico das pás ou pelo funcionamento mecânico de outras partes da estrutura (Da Silva, 2022; Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Dai *et al.*, 2015; Nazir *et al.*, 2020). A percepção e incômodo em noites tranquilas segundo Dai *et al.* (2015) pode ocorrer até mesmo a 1900 metros de distância no entorno da usina eólica. Tal barulho pode propiciar por exemplo doenças psicológicas (Da Silva, 2022).

b) Interferência visual na paisagem: estudos têm sido realizados para avaliar a interferência visual das usinas eólicas, conforme destacam Nazir *et al.* (2020), sendo a distância das residências até as usinas fator determinante para esse impacto. O estudo de Dai *et al.* (2015) também destaca a interferência visual como impacto que leva as pessoas a terem uma opinião negativa sobre essa indústria energética, nesse caso não apenas pela alteração da paisagem, mas também devido ao sombreamento direto ou por reflexo do material das torres eólicas. Os autores salientam que a percepção desse impacto é subjetiva, já que depende do que a população avalia ser positivo ou negativo, havendo também pessoas que consideram a alteração na paisagem como positiva.

- c) Questões contratuais: a revisão de Da Silva (2022) revela que muitas abusivas à população que assina contrato com os empreendimentos para arrendar suas terras é um impacto social relevante. Junta-se a isso o fato de a população considerar a relação contratual insegura para benefício da população, devido a existência de contratos duvidosos, o que afeta o bem-estar das pessoas. O trabalho de Sales e Sales (2023) também cita contratos questionáveis como um fator presente em alguns empreendimentos.
- d) Sobrecarga de serviços públicos: a sobrecarga de serviços públicos como de saúde e segurança está diretamente ligada ao agravamento de questões de saúde pública. Da Silva (2022) explica que isso se dá principalmente devido a quantidade de trabalhadores que migram para as comunidades onde são instalados os empreendimentos, já que apenas uma parte da mão de obra é aproveitada da própria localidade.
- e) Agravamento de questões de saúde pública: tem sido relatado o agravamento de questões de saúde pública como o uso de drogas e gravidez indesejada. Esse fato também está relacionado com a migração de grande quantidade de trabalhadores, que por vezes “voltam para seus municípios e deixam mulheres com seus filhos, desamparadas financeiramente” (Da Silva, 2022, p. 7).
- f) Riscos de acidentes: estruturas como cabos de alta tensão descobertos durante construção ou operação podem expor a população a sofrer acidentes (Da Silva, 2022).
- g) Privatização da terra: os estudos analisados por Da Silva (2022) permitem verificar que o arrendamento da terra por vezes torna-se um impacto para a população. Nesse mesmo sentido alguns estudos de caso no Brasil revelam situações de expropriação ou desterritorialização sofridos por populações de localidades onde se instalou a indústria eólica (Santana; Silva, 2022; Da Silva, 2023; Sales; Sales, 2023) o que demonstra que a dimensão fundiária é algo a ser considerado dentre os impactos socioeconômicos da energia eólica.
- h) Rachaduras em edificações: rachaduras podem ocorrer em residências e em reservatórios de água, seja pela explosão para construção das fundações ou pela passagem de veículos pesados, situação especialmente problemática em regiões que já sofrem com a seca (Da Silva, 2022; Sales; Sales, 2023).

Na próxima seção são apresentados os aspectos metodológicos do estudo.

MÉTODO DO ESTUDO

Para atender o objetivo proposto foi desenvolvido um estudo de caráter descritivo. Quanto aos procedimentos, foram utilizados dados secundários a partir de uma análise documental e bibliográfica. A pesquisa documental se diferencia da bibliográfica essencialmente pela diferença das fontes, pois enquanto a bibliográfica obtém as contribuições de diversos autores sobre um assunto, a documental utiliza materiais sem tratamento analítico prévio ou que podem ser alterados conforme objetivos da pesquisa. Nesse último caso se enquadram documentos que já passaram por alguma forma de análise, como relatórios de empresas (Gil, 2014).

Para identificação de como os empreendimentos de energia eólica têm planejado ações de mitigação de impacto socioambiental no estado do RN, foram consultados processos de licenciamento e os respectivos Relatório de Impacto Ambiental e/ou Estudo de Impacto Ambiental disponibilizados no sítio eletrônico do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA/RN), de acesso público.

Desse modo, foram identificados 50 processos de licenciamento de empreendimentos de geração centralizada de energia eólica no RN entre 2010 e 2023. Devido a um dos arquivos estar corrompido, a quantidade de relatórios analisados foi 49. Cada RIMA correspondente ao empreendimento foi acessado e os itens que tratavam de planos ou programas de ação para mitigação de impactos foram lidos.

Realizou-se o registro dos planos e programas em planilha eletrônica com auxílio do *Microsoft Excel*. Foram catalogados 44 planos ou programas de ação que abrangem dimensões ambientais e socioeconômicas. Por fim foi realizada a análise e descrição dos dados, por meio da criação de gráficos e tabelas, que auxiliaram nas discussões dos resultados confrontando com os dados obtidos na literatura científica obtidos pela pesquisa bibliográfica.

Na próxima seção expõe-se os principais achados do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da elaboração de quadro geral contendo todos os planos e programas de ações previstos nos RIMAs foi possível verificar e detalhar a incidência das práticas ambientais, ou seja, em quantos empreendimentos estão presentes os Planos e/ou Programas. Foram identificados 44 diferentes tipos de Planos e/ou Programas dentre os quais 26 direcionados essencialmente à dimensão ambiental e 18 à dimensão socioeconômica, o que corresponde a parcela de 59% e 41%, respectivamente. Ao todo foram identificados 563 Planos/Programas da dimensão ambiental previstos nos RIMAs analisados e 180 da dimensão socioeconômica, o que equivale a 76% e 24%, respectivamente.

A Tabela 1 exibe os programas mais frequentemente registrados nos RIMAs dos empreendimentos de energia eólica no RN na **dimensão ambiental**. O programa dessa dimensão que teve a maior predominância nos empreendimentos se refere a recuperação de áreas degradadas ou reposição florestal (esteve em 48 dos 49 empreendimentos - 98%). Esse e outros dois programas presentes na Tabela 1 estão diretamente relacionados à degradação do ambiente pela retirada da vegetação. O programa de controle do desmatamento, por exemplo, incide diretamente na demanda pelo programa de monitoramento e manejo da fauna. Esses três programas, portanto, corroboram com o que tem sido elencado pela literatura como um dos principais impactos da energia eólica, a degradação do ambiente, conforme Da Silva *et al.*, (2022), Azevedo, Nascimento e Schram (2017), Nazir *et al.*, (2020) e Dai *et al.*, (2015).

Tabela 1. Programas mais frequentes na dimensão Ambiental.

Dimensão	Planos e Programas de ação	Quantidade de empreendimentos em que aparecem
Ambiental	Programa de Recuperação das áreas Degrada ou Reposição Florestal	48
Ambiental	Programa de Controle de Desmatamento ou de Supressão Vegetal	45
Ambiental	Programa de Monitoramento dos Ruídos	44
Ambiental	Programa de Monitoramento e/ou Proteção e/ou Manejo da Fauna	44
Ambiental	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	37

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma maior quantidade de programas de monitoramento de ruídos (presente em 90% dos casos) vai ao encontro do que é destacado pela literatura no tema, já que o ruído decorrente das usinas eólicas é reconhecido como um dos principais problemas desse sistema produtivo (Nazir *et al.*, 2020). Por isso, não só o acompanhamento dos níveis aceitáveis de ruídos é necessário, mas também a inovação de tecnologias pela indústria que proporcionem cada vez menos impactos em decorrência dos ruídos aerodinâmicos e mecânicos, como por exemplo o desenho de pás que possam reduzir esse impacto (Dai *et al.*, 2015).

A disposição ou geração de resíduos sólidos, previsto em 37 dos 49 empreendimentos, não se revela um impacto destacado pela literatura consultada, ou seja, nas revisões de Da Silva *et al.*, (2022), Azevedo, Nascimento e Schram (2017), Nazir *et al.*, (2020) e Dai *et al.*, (2015). No entanto pode-se atribuir a previsão deste dispositivo principalmente em decorrência da necessidade de adequação do empreendimento ao Plano Nacional e ao Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

Os Planos/Programas da **dimensão ambiental** que menos foram previstos nos empreendimentos constam na Tabela 2, todos identificados apenas uma vez dentre os 49 documentos analisados. Vale salientar que, no que se refere ao Programa de Conservação Ambiental, apesar de prever individualmente medidas mais diretas para este fim, o seu conteúdo está incluído em grande medida em outros tipos de planos que também contribuem com a conservação, como o Plano de Controle de Desmatamento ou até mesmo o Plano de Gestão Ambiental como um todo, em alguns casos.

Tabela 2. Planos/Programas menos frequentes na dimensão Ambiental.

Dimensão	Planos e Programas de ação	Quantidade de empreendimentos em que aparecem
Ambiental	Programa de Conservação Ambiental	1
Ambiental	Programa de Proteção das Áreas de Preservação Permanente	1
Ambiental	Programa de Monitoramento e Prevenção de Patologias em Edificações	1
Ambiental	Programa de Controle de Limpeza do Terreno	1
Ambiental	Programa de Desmobilização do Canteiro de Obras	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Já o Programa de Preservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) também está presente em apenas um empreendimento. No entanto, como os programas são elaborados com base em estudos específicos de cada área de influência do empreendimento, a ausência de APPs na região pode justificar a não previsão desse tipo de programa.

Em relação a existência do plano para prevenção de patologias nas edificações, a presença deste em apenas um empreendimento pode revelar fragilidades no que se refere a esse impacto, já que a ocorrência de rachaduras em casas no entorno dos empreendimentos pode ocorrer não só pela construção (quando se utilizam explosivos) mas também devido ao tráfego de veículos pesados (Da Silva, 2022; Sales; Sales, 2023).

Os demais programas, de controle de limpeza do terreno e de desmobilização de canteiro de obras estão mais diretamente ligados a atividades operacionais durante a construção das usinas. A adequada gestão do canteiro de obras é essencial para a prevenção de acidentes com a população local, fato que é citado por Da Silva (2022) como um dos impactos em potencial das usinas eólicas.

Na Tabela 3 constam os Planos/Programas da **dimensão socioeconômica** mais frequentes dentre os empreendimentos. Percebe-se que o único Programa que foi identificado em todos os 49 empreendimentos foi o de Comunicação Social e Educação Ambiental. Em alguns casos esses programas são unificados e em outros casos são evidenciados de forma separada. Essas ações, em geral, conforme constam nos documentos analisados, visam manter a comunicação com a população diretamente afetada pela instalação e operação dos parques eólicos, proporcionando maior transparência e conhecimento acerca dessa indústria energética e meio ambiente, já que muitas localidades não estão habituadas com esse tipo de tecnologia.

Tabela 3. Planos/Programas mais frequentes na dimensão Socioeconômica.

Dimensão	Planos e Programas de ação	Quantidade de empreendimentos em que aparecem
Socioeconômica	Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental	49
Socioeconômica	Plano ou Programa de Proteção do Trabalhador e/ou Segurança do Ambiente de Trabalho	33
Socioeconômica	Programa de Capacitação, Contratação e Desmobilização da Mão de Obra	15
Socioeconômica	Programa de Priorização da Mão de Obra e de Fornecedores Locais	13
Socioeconômica	Programa de Reassentamento da População ou de Monitoramento Socioeconômico	13

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Programa de Capacitação, Contratação e Desmobilização de Mão de Obra, em geral, busca qualificar as pessoas para o trabalho, incluindo a população local, conquanto Da Silva (2022) observa que a maioria da mão de obra qualificada vem de fora, de modo que a geração de emprego não beneficia necessariamente a população do entorno. No entanto, a presença do programa de priorização de mão de obra e fornecedores locais em 13 empreendimentos (26%) revela um possível reconhecimento incipiente desta problemática, buscando trazer mais integração da população com o empreendimento através do emprego, seja ele direto ou indireto.

Por fim, a previsão do Programa de Reassentamento da População ou de Monitoramento Socioeconômico, conforme a Tabela 3, envolve principalmente a logística necessária para possíveis mudanças da população para outras localidades, assim como pode auxiliar o poder público informando dados para possíveis demandas por serviços públicos.

Os dados da Tabela 4 demonstram possíveis fragilidades no planejamento de ações de prevenção e mitigação de impactos numa dimensão socioeconômica em decorrência da previsão desses programas em apenas 1 empreendimento cada. O monitoramento de saúde das comunidades, por exemplo, seria essencial considerando o impacto do ruído na operação das usinas eólicas, reconhecido como motivador de doenças psicológicas conforme observa Da Silva (2022). Já o programa de gestão de alojamento visa oferecer aos trabalhadores a possibilidade de residir no local próximo ao empreendimento com serviços culturais, esportivos e de lazer além de objetivar reduzir a pressão por moradias na região.

Os programas de apoio a comunidades quilombolas e de gestão fundiária revelam o quanto essa temática parece estar distante do planejamento de ações dos empreendimentos. Além disso a questão fundiária é relevante diante de

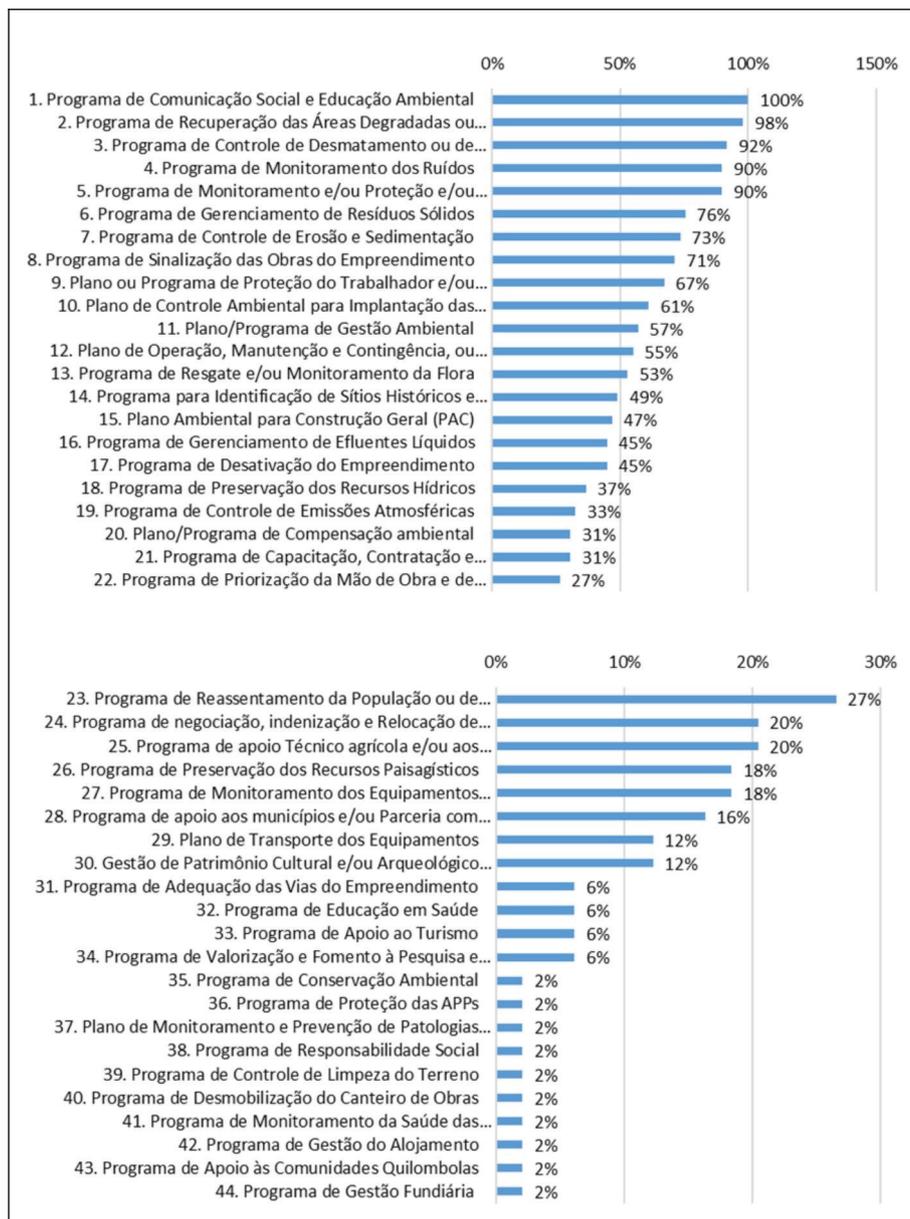
diversos estudos que têm demonstrado processos de desterritorialização em decorrência da indústria de energia eólica, incluindo localidades de povos originários (Santana; Silva, 2022; Da Silva, 2023; Sales; Sales, 2023).

Tabela 4. Planos/Programas menos frequentes na dimensão Socioeconômica.

Dimensão	Planos e Programas de ação	Quantidade de empreendimentos em que aparecem
Socioeconômica	Programa de Responsabilidade Social	1
Socioeconômica	Programa de Monitoramento da Saúde das Comunidades	1
Socioeconômica	Programa de Gestão do Alojamento	1
Socioeconômica	Programa de Apoio às Comunidades Quilombolas	1
Socioeconômica	Programa de Gestão Fundiária	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 1 exibe os percentuais que representam o quanto cada tipo de Plano/Programa foi planejado em relação ao universo de empreendimentos analisados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Percentual de empreendimentos em que os planos/programas estão previstos.

As Tabelas 5 e 6 apresentam um comparativo entre os principais impactos relatados pela literatura e o quanto tais impactos têm sido abordados pelos planos e programas dos empreendimentos de energia eólica do RN.

Tabela 5. impactos relatados pela literatura e planos/programas correspondentes na dimensão Ambiental.

Dimensão	Principais impactos negativos relatados pela literatura	planos/programas correspondentes	% de empreendimentos com plano/programa nesse tema
Ambiental	supressão vegetal (perda de fauna e/ou flora)	Programa de Recuperação das Áreas Degradadas ou Reposição Florestal	98%
		Programa de Controle de Desmatamento ou de Supressão Vegetal	92%
		Programa de Monitoramento e/ou Proteção e/ou Manejo da Fauna	90%
		Programa de Resgate e/ou Monitoramento da Flora	53%
	impacto em morcegos e/ou pássaros	Programa de Monitoramento e/ou Proteção e/ou Manejo da Fauna	90%
	processos erosivos	Programa de Controle de Erosão e Sedimentação	73%
	efluentes líquidos	Programa de Gerenciamento de Efluentes Líquidos	45%
	comprometimento de corpos hídricos	Programa de Preservação dos Recursos Hídricos	37%
	interferência visual / na paisagem natural	Programa de Preservação dos Recursos Paisagísticos	18%
	rachaduras em edificações	Plano de Monitoramento e Prevenção de Patologias em Edificações	2%
	interferência no clima	-	0%
	interferência eletromagnética	-	0%
	alterações na topografia (dunas)	-	0%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 6. Impactos relatados pela literatura e planos/programas correspondentes na dimensão Socioeconômica.

Dimensão	Principais Impactos negativos relatados pela literatura	planos/programas correspondentes	% de empreendimentos com plano/programa nesse tema
Socioeconômica	Ruído e adoecimento associado	Programa de Monitoramento dos Ruídos	90%
		Programa de Monitoramento da Saúde das Comunidades	20%
	riscos de acidentes (cabos elétricos)	Programa de Operação, Manutenção e Contingência, ou de Gerenciamento de Risco, ou de Segurança e Emergência	55%
	questões contratuais (multas abusivas, insegurança de vínculo empresa-população)	Programa de negociação, indenização e Relocação de Beneficiárias	20%
		Programa de Gestão Fundiária	2%
	agravamento de questões de saúde pública (drogas, gravidez indesejada)	Programa de Monitoramento da Saúde das Comunidades	20%
		Programa de Educação em Saúde	6%
	privatização da terra	Programa de negociação, indenização e Relocação de Beneficiárias	20%
		Programa de Gestão Fundiária	2%
	sobrecarga de serviços públicos	Programa de Monitoramento dos Equipamentos Urbanos	18%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Há de se destacar que os planos e programas são elaborados pelas empresas contratadas para realizar os estudos na área de influência, enquanto a efetiva execução é responsabilidade do empreendimento, seja diretamente ou por meio de terceiros. Além disso, os próprios autores dos RIMAs informam que os detalhamentos posteriores para execução das ações são de responsabilidade do empreendimento, não havendo precisão mais aprofundada nos relatórios (EIA/RIMA).

Durante a pesquisa, foram identificados diversos documentos idênticos no que se refere aos itens de planos e programas, em especial aqueles elaborados por uma mesma empresa de consultoria ambiental. Apesar de essa similaridade poder ocorrer em casos de complexos eólicos (união de diversos parques eólicos), o que pode justificar a realização de um único estudo local, há de se reconhecer que cada município possui especificidades que demandam análises mais precisas. Foi observado um caso de complexo com vários empreendimentos em municípios distintos que, apesar de cada um passar por processo único de licenciamento, os planos e programas foram elaborados como um todo, não havendo sinalização de consideração de especificidades de cada município.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstra uma variedade de Planos e Programas de prevenção e mitigação de impactos planejados por empreendimentos de energia eólica no estado do RN. Há um maior destaque para ações previstas na dimensão ambiental em detrimento da dimensão socioeconômica. Para a maior parte dos principais impactos **ambientais** relatados por estudos de revisão de literatura, existem Planos/Programas correspondentes na maioria dos empreendimentos, enquanto a grande maioria dos impactos **socioeconômicos** relatados pela literatura possuem Planos/Programas correspondente numa minoria de empreendimentos.

Apesar dos planos e programas serem elaborados em geral a partir de diagnóstico prévio da área de influência dos empreendimentos, conhecer as ações propostas pelos empreendimentos em cada região, estado ou município pode revelar possíveis falhas nesses levantamentos ao se observar, por exemplo, que um aspecto importante do empreendimento para determinado território não possuiu plano/programa de ação para o enfrentamento.

Vale salientar que a etapa analisada nesta pesquisa foi o planejamento de ações, por meio de planos e programas, o que não significa necessariamente que tais práticas foram ou estão sendo executadas. Por isso, sugere-se que pesquisas futuras adotem procedimentos qualitativos e quantitativos a partir de dados primários, a fim de analisar se tais ações estão sendo colocadas em prática pelos empreendimentos e se estão, de fato, obtendo êxito a prevenção e mitigação de impactos.

REFERÊNCIAS

- ABEEólica - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA E NOVAS TECNOLOGIAS. **Boletim anual 2022**. São Paulo: Si, 2022. 19 p. Disponível em: <<https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/06/Boletim-de-Geracao-Eolica-2022.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2023.
- ADAMI, V. S.; ANTUNES JR, J. A. V.; DAWSON JR, G. E. Public policies and their influence on the development of the wind industry: comparisons between Brazil and China. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 24, n. 8, p. 2621-2638, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/361266266_Public_policies_and_their_influence_on_the_development_of_the_wind_industry_comparisons_between_Brazil_and_China>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- AZEVEDO, J. P. M. de; NASCIMENTO, R. S. do; SCHRAM, I. B. ENERGIA EÓLICA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS: um estudo de revisão. **Revista Uningá**, Maringá, v. 51, n. 1, p. 101-106, mar./abr. 2017. Disponível em: <<https://revista.uninga.br/uninga/article/view/1340>>. Acesso em: 04 out. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 10438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) [...]. Brasília, DF, 26 abr. 2002. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110438.htm>. Acesso em: 05 dez. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12783, de 11 de janeiro de 2013**. Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária; [...]. Brasília, DF, 11 jan. 2013. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12783.htm>. Acesso em: 05 dez. 2023.
- CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (São Paulo). **Geração de energia elétrica**. 2023. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/en/web/guest/dados-e-analises/dados-geracao>>. Acesso em: 22 out. 2023.
- COSTA, R. F. da. **Ventos que transformam?** Um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte/Brasil. 2015. 211f. Dissertação de Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

- DA SILVA, L. F. *et al.* Impactos socioambientais de parques eólicos no Brasil: uma revisão da literatura. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, 2022. Disponível em: <https://diversitas.emnuvens.com.br/diversitas_journal/article/view/2004>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- DA SILVA, T. A. A. Percepção de risco, produção de energia eólica e pequenos agricultores do agreste pernambucano. **Caderno Eletrônico de Ciências Sociais**, v. 11, n. 1, p. 80-96, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/cadecs/article/view/41925>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- DAI, Kaoshan *et al.* Environmental issues associated with wind energy—A review. **Renewable energy**, v. 75, p. 911-921, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148114007149>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- DANTAS, G. C. B. *et al.* Panorama do setor eólico no estado do Rio Grande do Norte no período 2004-2017. **Estudos Avançados**, v. 35, p. 79-94, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/J9h3G3zBmMXr7d5gzYtrhmn/>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas SA, 2014.
- HOFSTAETTER, M. **Energia eólica: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte**. 2016. Dissertação de Mestrado. Brasil.
- IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2022**. IEA, Paris. 2022. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>>. Acesso em: 24 out. 2023.
- NAZIR, M. S. *et al.* Potential environmental impacts of wind energy development: A global perspective. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 13, p. 85-90, 2020. Science Direct: Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584420300039>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- RAD - Relatório Anual de Desmatamento 2022 - São Paulo, Brasil - **MapBiomass**, 2023 - 125 páginas. Disponível em: <<http://alerta.mapbiomas.org>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- SALES, R. M. M.; SALES, L. G. de L. **Energia Renovável Centralizada e Minerais de Transição Energética: paradoxos entre os negócios de energia e os direitos humanos de povos e comunidades tradicionais do Brasil**. Campina Grande: Eduepb, 2023. 168 p. Disponível em: <<https://zenodo.org/records/7970721>>. Acesso em: 24 out. 2023.
- SANTANA, A. O. de; SILVA, T. A. A. da. Produção de energia eólica em Pernambuco e a injustiça ambiental sobre comunidades rurais. **Revista Katálysis**, v. 24, p. 245-254, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rtk/a/nsbqwx8gzFshryZGqKJhDc/>>. Acesso em: 14 mar. 2024.