



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CLAUDIA MOURA ARAGÃO

**ANÁLISE AMBIENTAL DE DADOS GEORREFERENCIADOS DE PARQUES
EÓLICOS NO RIO GRANDE DO NORTE**

ANGICOS

2023

CLAUDIA MOURA ARAGÃO

**ANÁLISE AMBIENTAL DE DADOS GEORREFERENCIADOS DE PARQUES
EÓLICOS NO RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Vinicius
Candido Henriques

ANGICOS

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A659a Aragão, Claudia Moura .
Análise ambiental de dados georreferenciados
de parques eólicos no Rio Grande do Norte /
Claudia Moura Aragão. - 2023.
54 f. f. : il.

Orientador: Marcos Vinícius Cândido Henriques .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2023.

1. Energia . 2. Eólica. 3. Renovável. 4.
Impacto. 5. Sustentabilidade. I. , Marcos Vinícius
Cândido Henriques, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CLAUDIA MOURA ARAGÃO

**ANÁLISE AMBIENTAL DE DADOS GEORREFERENCIADOS DE PARQUES EÓLICOS
NO RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 13 / 10 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS VINICIUS CANDIDO HENRIQUES**
Data: 21/10/2023 15:45:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Vinícius Cândido Henriques
(UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **SILEIDE DE OLIVEIRA RAMOS**
Data: 21/10/2023 18:12:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Sileide De Oliveira Ramos (UFERSA)

Documento assinado digitalmente
 **GISLENE MICARLA BORGES DE LIMA**
Data: 21/10/2023 15:02:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Gislene Mícarla Borges De Lima (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por permitir que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho em busca do meu sonho.

Aos meus pais, por nunca terem medido esforços para me proporcionar um ensino de qualidade durante todo o meu período escolar.

Aos meus irmãos, pelo companheirismo, pela cumplicidade e pelo apoio em todos os momentos delicados da minha vida.

Aos amigos e primos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho e estive ausente.

Ao professor Marcos Vinícius, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Aos professores da banca pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

“Quando o homem compreende a sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e o seu trabalho pode criar um mundo próprio, seu Eu e as suas circunstâncias.”

Paulo Freire

RESUMO

A energia eólica é uma fonte de energia renovável, que utiliza o vento para gerar eletricidade. O Brasil possui um grande potencial eólico, principalmente no Nordeste, Sudeste e Sul do país. Em 2014, o Brasil foi o quarto país que mais expandiu sua capacidade de geração eólica no mundo, com 2.686 megawatts. A região Nordeste é a mais promissora, com uma capacidade estimada de 75.000 megawatts. A instalação de parques eólicos tem trazido benefícios econômicos para áreas antes desfavorecidas, criando empregos e oportunidades de negócios. O uso de tecnologia avançada tem permitido avaliar o potencial eólico com precisão, impulsionando a instalação de turbinas eólicas. O Brasil está investindo na energia eólica para diversificar sua matriz energética, reduzir emissões de carbono e atender à crescente demanda de forma sustentável. Nesse contexto, a análise do cenário da indústria eólica no estado do Rio Grande do Norte ao longo da última década, que registrou o maior crescimento tanto em termos de produção quanto de capacidade instalada, empregou uma metodologia baseada em pesquisa bibliográfica, abrangendo artigos, revistas científicas, monografias, boletins anuais de produção de energia, livros e consulta à internet. Essa abordagem permitiu a investigação dos conceitos, aspectos históricos e dados relativos ao setor eólico. O estudo delineou o progresso da indústria eólica no Rio Grande do Norte, bem como seus impactos na economia e no ambiente, destacando a energia eólica como um vetor de desenvolvimento no estado. Além disso, foram identificadas as principais barreiras e desafios que afetam o crescimento da geração de energia eólica na região. Como resultado, foram propostas estratégias para impulsionar ainda mais o setor eólico no estado, oferecendo soluções para os problemas identificados. Adicionalmente, o estudo explorou os benefícios do desenvolvimento econômico nas cidades que abrigam usinas geradoras de energia eólica, visando incentivar a disseminação desse tipo de energia em todo o estado. O objetivo é garantir uma utilização mais eficaz desse recurso em benefício da população, promovendo um maior aproveitamento da energia eólica no Rio Grande do Norte.

Palavras-chave: Energia eólica; Fonte de energia renovável; Potencial eólico; Região Nordeste; Benefícios econômicos; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Wind energy is a renewable energy source that harnesses the power of the wind to generate electricity. Brazil has significant wind energy potential, particularly in the Northeast, Southeast, and South regions of the country. In 2014, Brazil ranked fourth globally in expanding its wind power generation capacity, reaching 2,686 megawatts. The Northeast region holds the most promise, with an estimated capacity of 75,000 megawatts. The installation of wind farms has brought economic benefits to previously disadvantaged areas by creating jobs and business opportunities. The use of advanced technology has allowed for a precise assessment of wind potential, driving the installation of wind turbines. Brazil is investing in wind energy to diversify its energy matrix, reduce carbon emissions, and meet the growing demand for energy in a sustainable manner. In this context, the analysis of the wind energy sector in the state of Rio Grande do Norte over the past decade, which has shown the highest growth in terms of production and installed capacity, employed a methodology based on bibliographic research, encompassing articles, scientific journals, monographs, annual energy production reports, books, and internet searches. This approach allowed for the investigation of concepts, historical aspects, and data related to the wind energy sector. The study outlined the progress of the wind energy sector in Rio Grande do Norte, as well as its impacts on the economy and the environment, highlighting wind energy as a driver of development in the state. Additionally, it identified the main barriers and challenges affecting the growth of wind energy generation in the region. As a result, strategies were proposed to further boost the wind energy sector in the state, offering solutions to the identified problems. Furthermore, the study explored the benefits of economic development in cities hosting wind energy generating plants, aiming to promote the dissemination of this type of energy throughout the state. The goal is to ensure a more effective utilization of this resource for the benefit of the population, facilitating a greater harnessing of wind energy in Rio Grande do Norte.

Keywords: Wind energy; Renewable energy source; Wind potential; Northeast region; Economic benefits; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Exemplo de uso da ferramenta contagem de pontos em polígono do QGIS para contagem de aerogeradores em área antropizada da microrregião de Angicos. 27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Percentual de aerogeradores na microrregião de Angicos	43
Gráfico 2	– Percentual de aerogeradores no RN	45

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 -	Mapa de distribuição de desmatamento no bioma caatinga de 2002 á 2008	28
Mapa 2 -	Mapa da microrregião de Angicos	33
Mapa 3 -	Mapa de aerogeradores em planejamento ou construção e já em operação RN	34
Mapa 4 -	Mapa de aerogeradores em construção ou planejados e os em operações na região de Angicos- RN	35
Mapa 5 -	Áreas antropizadas e não-antropizadas dos biomas do Rio Grande do Norte até 2008	38
Mapa 6 -	Aerogeradores onshore já registrados sobrepostos às regiões com incidência de quirópteros	40
Mapa 7 -	Aerogeradores e áreas antropizadas /Não antropizadas da microrregião de Angicos	41
Mapa 8 -	Aerogeradores e antropização no RN	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Quantidade de aerogeradores (já em operação, em construção ou planejados) em áreas antropizadas e não-antropizadas na microrregião de Angicos.	43
Tabela 2	– Quantidade de aerogeradores (já em operação, em construção ou planejados) em áreas antropizadas e não-antropizadas no Rio Grande do Norte.	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEólica	Associação Brasileira de Energia Eólica
Bel	Bacharel
Dr	Doutor
Esp	Especialista
GE	Gestão do Conhecimento
GI	Gestão da Informação
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IES	Instituição de Ensino Superior
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
Me	Mestre
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PG&C	Perspectivas em Gestão & Conhecimento
PMDBBS	Projeto de Monitoramento do Desmatamento de Biomas Brasileiros por Satélite
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SBGC	Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento
SEDEC	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação
SENAI	Serviço Nacional da Indústria
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi Árido
UI	Unidade de Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivo Geral	17
1.2	Objetivo específico	17
2	ENERGIA EÓLICA	18
2.1	Energia Eólica	18
2.2	Energia Eólica no Brasil e no Rio Grande do Norte estatísticas sobre a	19
2.2.1	geração de energia eólica	19
2.2.2	Situação atual da energia eólica no Brasil	19
2.3	Potencial Eólico	20
2.4	Impacto Socioeconômico da Energia Eólica	21
2.5	Impacto Ambiental da Energia Eólica	22
2.6	Áreas de Importância Biológica no Rio Grande do Norte	23
2.6.1	Caatinga	23
2.7	Diretrizes para o desenvolvimento Sustentável de Energia	24
2.7.1	RIMA (Relatório de Impacto Ambiental)	25
3	METODOLOGIA	27
3.1	Georreferenciamento	27
3.2	Formato SIG	27
3.3	Atlas Eólico Solar do RN	27
3.4	Descrição da área de estudo	28
3.5	Descrição dos tipos de dados utilizados	29
3.6	Análise Georreferenciada	32
3.6.1	Métodos de análise geográfica e mapeamento dos aerogeradores eólicos	32
3.6.2	Formato SIG	32
3.7	Análise Socioeconômica e Ambiental	32
3.7.1	Métodos para avaliar os impactos socioeconômicos da energia eólica nos	32
3.7.2	municípios	34
3.8	Consideração dos Impactos ambientais, incluindo efeitos na caatinga	34
3.9	Microrregião de Angicos	35
3.10	Quirópteros no RN	38
	Aves Migratórias	40
3.11	Antropização	41

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1	Quirópteros	42
4.2	Caatinga	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A produção e a distribuição de energia vêm historicamente desempenhado um papel central nas questões relacionadas ao desenvolvimento econômico. Isso remonta às primeiras e segundas revoluções industriais, como observado por Nascimento (2012). No entanto, de acordo com Santos (2013), a importância da energia vai além disso, sendo fundamental não apenas para criar condições propícias ao desenvolvimento econômico de um país, mas também, por meio do fornecimento de energia para diferentes regiões, para proporcionar melhores condições sociais e uma maior qualidade de vida para a população.

O segmento de energia eólica no estado do Rio Grande do Norte enfrenta atualmente obstáculos que precisam ser superados para alcançar um crescimento mais robusto. Nesse sentido, é crucial adotar medidas eficazes para fortalecer ainda mais o progresso do setor de geração de energia, abordando os aspectos econômicos, sociais e ambientais que são impactados pela criação dos parques eólicos (GOLDEMBERG, 1998).

O ponto crucial reside nos efeitos sobre a flora, visto que, durante a etapa de implantação de um sistema eólico, é necessária a supressão vegetal em algumas áreas do complexo para a construção de estradas, instalação de aerogeradores e edificações administrativas. Dessa forma, torna-se imperativo conduzir pesquisas e estudos abrangentes que investiguem os impactos ambientais resultantes de complexos eólicos. Essas investigações visam aprimorar continuamente a legislação de modo a torná-la mais eficaz na minimização da degradação ambiental causada por empreendimento eólicos. É importante destacar também os efeitos ambientais vinculados à introdução de projetos eólicos, que têm o potencial de afetar diretamente a vida cotidiana das comunidades, além de representar uma ameaça para a fauna e a flora locais. Esses impactos podem resultar na alteração dos ciclos reprodutivos de espécies e no aumento da mortalidade de animais devido ao tráfego de veículos nas instalações do complexo (SAIDUR ET AL, 2011).

O Brasil é reconhecido como uma nação de mega diversidade biológica, abrigando mais de 4.400 espécies de fauna terrestre, incluindo mamíferos, aves, répteis e anfíbios. Alarmanamente, aproximadamente 10% dessas espécies estão atualmente em situação de ameaça, conforme relatado pela União Internacional para Conservação da Natureza (UICN), de acordo com dados do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2016).

Foram registradas em vários países incidência de diminuição de população de aves e quirópteros, em regiões de parques eólicos, isso devido a alteração direta no habitat das espécies

e na sua rota de migração e na reprodução (HUNT, 2002 *APUD* ORLOFF & FLANNERY, 1992).

Porém, com a análise, obteve-se que a maior parte destes parques estão em regiões antropizadas, que tinham vegetação nativa ainda preservada, porém com a criação foi devidamente desmatada e fez com que toda fauna também fosse afetada.

1.1 Objetivo Geral:

Investigar e avaliar os impactos ambientais dos parques eólicos no estado do Rio Grande do Norte, utilizando dados georreferenciados, a fim de fornecer uma análise abrangente das implicações ecológicas e sociais associadas à produção de energia eólica na região, e, a partir disso, contribuir para o desenvolvimento sustentável das energias renováveis e a mitigação de potenciais danos ao ambiente.

1.2 Objetivos Específicos:

- Coletar dados georreferenciados dos parques eólicos na região: Realizar a coleta de dados georreferenciados de parques eólicos no Rio Grande do Norte, incluindo informações sobre a localização, layout, capacidade de geração e outros dados relevantes.
- Avaliar Impactos Eólicos no Ambiente: Analisar o impacto dos parques eólicos nas características geográficas, climáticas e ecológicas da região, incluindo a influência sobre a fauna, a flora e o solo.
- Avaliar os impactos socioeconômicos nas comunidades locais: Investigar o impacto dos parques eólicos nas comunidades locais, incluindo aspectos socioeconômicos, saúde, qualidade de vida e aceitação das tecnologias eólicas pela população.
- Analisar os benefícios e desafios da energia eólica na região: identificar os benefícios da geração de energia eólica em termos de redução de emissões de carbono, independência energética e geração de empregos, bem como os desafios associados, como possíveis conflitos de uso da terra.
- Propor medidas para minimizar impactos e maximizar benefícios: Desenvolver propostas de medidas mitigatórias e sustentáveis para minimizar os impactos ambientais negativos e maximizar os benefícios da energia eólica na região.
- Fornece recomendações para o planejamento e gestão futura de parques eólicos no Rio Grande do Norte: Concluir o estudo com recomendações para o planejamento e gestão de futuros

parques eólicos no Rio Grande do Norte, visando a otimização dos benefícios e a minimização dos impactos ambientais.

2 ENERGIA EÓLICA

2.1 Energia eólica

A energia eólica refere-se à energia cinética presente no movimento da massa de ar, ou seja, no vento. Portanto, é crucial compreender o comportamento e as propriedades dos ventos para realizar uma modelagem eólica eficiente em uma determinada região. A conversão da energia cinética da translacional do vento em energia cinética rotacional é realizada por meio de dispositivos conhecidos como turbinas eólicas ou aerogeradores, os quais desempenham um papel fundamental na geração de eletricidade. Existem dois tipos principais de turbinas utilizadas para captar a energia cinética do vento: turbinas de eixo vertical e turbinas de eixo horizontal. No caso das turbinas de eixo vertical, a engrenagem e o gerador são posicionados ao nível do solo, e a turbina é acionada por forças de arrasto e sustentação. Essas turbinas são relativamente simples de fabricar e são especialmente adequadas para áreas com características de vento semelhantes às encontradas no sul da América Latina (FARRET, 2014).

As vantagens da energia eólica são notáveis. Sua base é a renovabilidade, com o vento sendo uma fonte perene, ao contrário dos recursos fósseis limitados. Adicionalmente, a geração eólica é limpa, não emitindo poluentes atmosféricos nem contribuindo para o aquecimento global. Em termos de uso do solo, as turbinas eólicas ocupam menos espaço do que outras infraestruturas energéticas, permitindo o uso múltiplo das terras. A longo prazo, os custos operacionais e de manutenção são baixos, tornando-a financeiramente vantajosa (ANEEL, 2021).

Entretanto, não se pode ignorar as desvantagens associadas à energia eólica. A intermitência do vento é considerada uma limitação, pois a geração de energia depende das condições climáticas, necessitando de soluções de armazenamento ou fontes de energia complementares para manter um fornecimento estável. Além disso, as turbinas eólicas podem gerar impacto visual e sonoro, desafiando a aceitação pública em algumas áreas. Também é importante considerar que a eficiência da energia eólica está condicionada à presença de ventos consistentes e fortes, o que pode limitar sua aplicabilidade geográfica (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

2.2 Energia eólica no Brasil e no Rio Grande do Norte

2.2.1 Estatísticas sobre a geração de energia eólica

No ano de 2020, foram implementados 66 novos parques eólicos, enquanto outros 14 passaram por um processo de repotenciação, somando uma capacidade adicional de 2,30 GW, dos quais 31 MW foram referentes à capacidade repotenciada. Ao término de 2020, o setor eólico brasileiro contabilizava um total de 686 usinas e uma capacidade instalada de 17,75 GW. Esse resultado representou um crescimento de 14,89% em relação a dezembro de 2019, quando a capacidade instalada era de 15,45 GW. No contexto da matriz elétrica brasileira, que abrange diversas fontes de geração de energia elétrica, 2020 testemunhou a instalação de 5,32 GW de capacidade total, sendo que a energia eólica emergiu como a fonte de maior crescimento, contribuindo com expressivos 43,17% da nova capacidade instalada no período. A segunda fonte que apresentou maior crescimento foi o gás natural, representando 29,18% da nova capacidade. A capacidade adicionada pela energia eólica em 2020 consolidou sua participação na matriz elétrica brasileira, atingindo uma parcela de 10,13% do mix de geração elétrica total (ABEEólica, 2020).

2.2.2 Situação atual da energia eólica no Brasil

O Brasil se destacou na vanguarda da América Latina ao inaugurar seu primeiro aerogerador na década de 1990. Historicamente, o país tem se apoiado principalmente na geração de energia hidrelétrica, que atualmente abastece cerca de 80% de suas demandas energéticas. Essa combinação, quando aliada à energia eólica, proporciona uma oportunidade ideal para a expansão substancial da energia gerada pelos ventos. A energia eólica pode ser implementada em variados contextos, abrangendo sistemas isolados, integração com a rede convencional ou em configurações híbridas nas quais diversas fontes de geração operam em conjunto, mesmo quando desconectadas da rede convencional (VALENTINE, 2010).

De acordo com a ABEEólica (2022), os cinco estados com o maior fator de capacidade médio em 2022 foram Bahia (44,9%), Piauí (43,1%), Maranhão (42,5%), Pernambuco (42,3%) e Rio Grande do Norte (39,4%).

A matriz elétrica do Rio Grande do Norte é predominantemente composta por fontes de energia renovável, correspondendo a 94% do total. Destaca-se, sobretudo, a energia eólica como a principal fonte renovável. O estado abriga a maior quantidade de turbinas eólicas em operação, totalizando mais de 2.800 unidades em funcionamento. O Rio Grande do Norte é líder no Brasil em geração de energia eólica, com uma capacidade fiscalizada de 8 gigawatts (GW) em operação.

Esse valor representa aproximadamente 30,20% de toda a capacidade de geração eólica no país, que totaliza 24,6 GW (SEDEC, 2023).

O Rio Grande do Norte também se destaca como um pioneiro na introdução de novas tecnologias no Brasil. O governo estadual está desenvolvendo programas de estímulo para o avanço das fontes "power-to-X", como hidrogênio e amônia verdes. Além disso, estão sendo feitos investimentos em infraestrutura e logística para atender aos novos mercados, com foco especial na energia eólica offshore, que requer uma estrutura portuária adequada. Adicionalmente, o estado está implementando políticas fiscais inovadoras para atrair centros de distribuição de peças e componentes, bem como operação e manutenção de aerogeradores (SEDEC, 2023).

2.3 Potencial eólico

Conforme indicado pelo levantamento realizado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) intitulado "Energia Eólica no Brasil e Mundo", o Brasil ocupou a quarta posição no cenário global em termos de expansão da capacidade de geração de energia eólica em 2014, atingindo a marca de 2.686 megawatts (MW). Essa posição o colocou atrás da China (23.149 megawatts), Alemanha (6.184 megawatts) e Estados Unidos (4.854 megawatts). Atualmente, o Brasil possui uma capacidade instalada de produção de energia eólica que atinge a marca de 22.000 MW. Notavelmente, a região Nordeste assume uma posição de destaque nesse cenário, respondendo por mais de 90% da capacidade de produção nacional, com um total de 20.000 MW provenientes de 725 parques eólicos em operação. Ao analisarmos o desempenho dos estados brasileiros ao longo dos últimos 12 meses, observamos que a Bahia, o Rio Grande do Norte, o Piauí e o Ceará se destacaram como os maiores geradores de energia eólica. Em conjunto, esses estados contribuíram com cerca de 84% da energia total gerada a partir dessa fonte durante o período mencionado (MME,2022).

O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, lançado em 2001, calculou que o Brasil possui uma potência tecnicamente aproveitável de 143 GW em energia eólica. Esse estudo tinha como objetivo identificar áreas adequadas para a geração de energia elétrica por meio do vento. Conforme esse levantamento, aproximadamente 90% desse potencial está concentrado nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país (CRESESB, 2016).

2.4 Impacto socioeconômico da energia eólica

Em regiões do interior do Nordeste, onde as condições de vento são mais favoráveis em comparação com o litoral, é comum a instalação de parques eólicos. É importante notar que muitas vezes esses parques são construídos em áreas economicamente desfavorecidas, como o sertão. Nesse contexto, as empresas arrendam terras e estabelecem os parques em terrenos anteriormente utilizados por pequenos produtores rurais. Isso cria uma fonte adicional de renda para as famílias que dependiam exclusivamente da agricultura. Os benefícios não se limitam apenas aos proprietários de terras. Os trabalhadores que estão diretamente envolvidos na construção e operação das usinas também se beneficiam. A demanda por bens e serviços na região aumenta significativamente, criando oportunidades de emprego e negócios. A competitividade das empresas do setor se baseia, em parte, na qualificação da mão de obra local, o que se torna um ativo adicional. Esse cenário propicia o surgimento de novas oportunidades de investimento e empreendedorismo, contribuindo para o desenvolvimento econômico das comunidades envolvidas e reduzindo as disparidades socioeconômicas na região (LLERA SASTRESA ET AL., 2010).

A implementação de fontes de energia renovável exerce um impacto substancial na economia, pois estimula o desenvolvimento das indústrias de produção de equipamentos voltados para o mercado doméstico e até mesmo para exportação. (TOURKOLIAS; MIRASGEDIS, 2011). Elbia Silva Gannoum, representante da ABEEólica em 2015, afirmou:

"No ano anterior, a indústria gerou 40 mil empregos, e há uma projeção de criação de mais 50 mil postos de trabalho para o atual ano. É relevante enfatizar que a implementação dos geradores de energia não causa prejuízos aos agricultores nem interfere em suas atividades agrícolas, possibilitando, assim, uma coexistência pacífica entre as duas atividades." (MARTINHO)

Frequentemente, os parques eólicos são instalados em terrenos que são arrendados, o que introduz uma consideração adicional relevante. Isso se dá devido ao fato de que os aerogeradores ocupam apenas uma fração relativamente pequena da área total, deixando o restante do terreno arrendado disponível para realização de outras atividades produtivas na propriedade. Essa prática não só aproveita de forma eficiente o espaço disponível, mas também pode contribuir para o desenvolvimento de múltiplas fontes de renda e aproveitamento sustentável da terra (RÍO; BURGUILLO, 2008).

2.5 Impacto ambiental da energia eólica

De acordo com a Resolução CONAMA nº 001, datada de 23 de janeiro de 1986, o impacto ambiental é descrito como a transformação nas características físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, decorrente de qualquer forma de matéria ou energia originada de atividades humanas, que afetam, de maneira direta ou indireta, os seguintes aspectos: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a fauna e flora (biota); as condições estéticas e de higiene do ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Embora tenha um impacto ambiental consideravelmente menor em comparação com a maioria das outras fontes de energia, a produção de eletricidade por meio de turbinas eólicas ainda apresenta alguns efeitos adversos, incluindo impacto visual, ruído, interferência eletromagnética e potencial impacto na fauna (TERCIOTE, 2002).

As preocupações com a fauna têm-se centrado principalmente nas aves, que devido às dificuldades de observação podem colidir com diversas estruturas para além das próprias turbinas eólicas, tais como torres de alta tensão, mastros e janelas de edifícios (WELCH; VENKATESWARAN, 2009).

No entanto, é importante destacar que o impacto ambiental causado pela energia eólica é significativamente inferior em comparação com a energia derivada de combustíveis fósseis, como o petróleo, que pode resultar em impactos ambientais significativos, incluindo a emissão de gases poluentes que causam danos aos ecossistemas. Em contrapartida, a energia eólica tem a capacidade de servir continuamente às necessidades energéticas com um impacto ambiental quase insignificante a longo prazo (DUARTE, 2004).

Esta fonte de energia apresenta uma matriz energética livre de emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera e exibe um saldo energético altamente favorável. Durante as etapas de fabricação e instalação dos equipamentos, as emissões de CO₂ são notavelmente reduzidas, e a produção desse gás é praticamente eliminada após um período de operação das turbinas eólicas, que geralmente varia de três a seis meses. É relevante destacar que os impactos ambientais podem variar consideravelmente, dependendo da localização da instalação, da disposição da torre e das especificações da turbina (TERCIOTE, 2002).

2.6 Áreas de importância biológica no Rio Grande do Norte

No Rio Grande do Norte, existem áreas de destaque em termos de importância biológica, áreas protegidas e patrimônio arqueológico. Essas incluem a Reserva Biológica do Atol das Rocas, o Parque Nacional da Fumaça e o Parque Estadual Dunas de Natal, que protegem ambientes naturais diversos. Além disso, existem sítios arqueológicos como São José do Sabugi

e São Rafael, que preservam vestígios de antigas culturas e pinturas rupestres. Essas áreas são fundamentais para a conservação da biodiversidade, pesquisa científica e preservação do patrimônio cultural no estado (ICMBIO, 2016).

2.6.1 Caatinga

A Caatinga abrange uma extensão de aproximadamente 862.818 km², o que representa cerca de 10,1% do território nacional, de acordo com dados do IBGE em 2019. Este bioma engloba os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e também se estende para a porção norte de Minas Gerais. É importante notar que aproximadamente 27 milhões de pessoas residem nessa região, e a maioria delas enfrenta carências socioeconômicas, dependendo fortemente dos recursos oferecidos por esse bioma para sua subsistência. A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro e desempenha um papel crucial como o ecossistema predominante na região nordeste do país. Apesar de ter recebido menos atenção em termos de pesquisa em comparação com outros biomas do Brasil, evidências recentes apontam para uma notável diversidade de ambientes e espécies na Caatinga, tornando-a o bioma semiárido mais biodiverso do mundo (MMA, 2022).

A preservação da caatinga está estreitamente relacionada à mitigação da desertificação, um fenômeno degradante que afeta regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas. No Brasil, cerca de 62% das áreas com predisposição à desertificação estão situadas em regiões originalmente ocupadas pela Caatinga, e muitas dessas áreas já demonstram sinais consideráveis de degradação. No entanto, apesar desse cenário alarmante, apenas aproximadamente 9% do bioma da Caatinga recebe proteção por meio de unidades de conservação, com um pouco mais de 2% delas sendo classificadas como unidades de proteção integral, incluindo Parques, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas. Essas unidades implementam restrições mais rigorosas à intervenção humana (MMA, 2022) .

No município de Angicos a vegetação predominante é a caatinga, pois fica localizado na região central do estado, com clima seco.

Não somente a taxa de precipitação anual é mais baixa, como também as temperaturas são, em geral, mais altas, principalmente durante os dias quentes e ensolarados do verão. As variações em temperatura são menos extremas durante a estação chuvosa. As médias anuais e mensais de temperatura variam pouco na região, em torno de 26 °C, sendo mais afetadas pela altitude onde se observa uma diminuição no valor da temperatura nas altitudes acima de 500 m das serras e chapadas. Por contrapartida, observa-se que as oscilações diárias das temperaturas e da umidade são notavelmente acentuadas, tanto nas regiões de planície quanto nas áreas mais

elevadas do planalto. Essa significativa flutuação local de temperatura e umidade ao longo do dia exerce uma influência considerável sobre a flora dessas regiões e constitui um dos fatores primordiais que moldam sua composição (ALVES ET AL, 2009).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a instalação de parques eólicos na Caatinga pode gerar impactos negativos, como fragmentação do habitat, colisões de aves e morcegos, alteração da paisagem, consumo de água, ruídos, deslocamento de comunidades locais e erosão do solo. Esses impactos podem ser mitigados com planejamento adequado, avaliações ambientais rigorosas e medidas de mitigação. Consultar as comunidades locais e considerar suas preocupações também é crucial para minimizar os impactos negativos (MMA, 2022).

A degradação da caatinga começou com a colonização do Nordeste brasileiro durante o período colonial. Inicialmente, essa ocupação ocorreu principalmente nas áreas litorâneas, mas se expandiu para o interior à medida que as atividades extrativas e a produção agrícola para exportação se desenvolveram. No século XVII, a pecuária se tornou uma atividade importante na ocupação do sertão, dando origem às primeiras fazendas e currais, que por sua vez contribuíram para o surgimento dos primeiros centros urbanos na região (ALVES ET AL, 2009).

De acordo com Andrade (1989), o desafio no sertão não reside principalmente em questões físicas, mas sim em problemas de ordem social. Em muitos casos, as atividades econômicas na região resultam em desmatamento indiscriminado da caatinga, que, quando combinado com a vulnerabilidade natural desse ecossistema, tem graves impactos nos geótopos e nas biocenoses. Isso inclui a deterioração dos recursos hídricos, erosão, salinização e compactação do solo, além da diminuição da diversidade biológica e da produção primária, entre outros problemas (ALVES ET AL, 2009).

2.7 Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da energia eólica

O processo de licenciamento ambiental para empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre é fundamental para assegurar a compatibilidade desses projetos com o ambiente natural e garantir o desenvolvimento sustentável da energia no país. É importante destacar que esses empreendimentos são considerados de baixo potencial poluidor, o que significa que eles têm um impacto ambiental relativamente baixo quando comparados a outras fontes de geração de energia (CONAMA, 2014).

O órgão licenciador será responsável por determinar o enquadramento dos empreendimentos de geração de energia eólica em relação ao impacto ambiental, considerando fatores como tamanho, localização e potencial de poluição. Esse processo levará em conta estudos de Zoneamento Ambiental e outros que caracterizem a região, bacia hidrográfica ou

bioma. Projetos de baixo impacto ambiental seguirão um procedimento simplificado de licenciamento, dispensando a necessidade de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). No entanto, empreendimentos localizados em áreas como formações dunares, planícies fluviais, áreas de deflação, mangues e outras áreas úmidas não serão considerados de baixo impacto, requerendo a apresentação do EIA/RIMA e realização de audiências públicas, conforme a legislação vigente. (CONAMA,2014).

2.7.1 RIMA (Relatório de Impacto Ambiental)

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é um documento elaborado como parte do processo de licenciamento ambiental de projetos que podem afetar o meio ambiente. Ele fornece informações detalhadas sobre como o projeto pode impactar o ambiente, incluindo seus efeitos positivos e negativos, medidas para minimizar esses impactos e alternativas consideradas. O RIMA é disponibilizado ao público para consulta e contribuições, permitindo que as pessoas expressem suas preocupações. Com base nesse relatório, as autoridades ambientais decidem se o projeto pode ser aprovado e sob quais condições, garantindo transparência e responsabilidade no processo de desenvolvimento de empreendimentos (CONAMA, 1986).

O RIMA são instrumentos presentes na Lei n. 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente e foram instituídos pela Resolução CONAMA n. 001/86, de 23 de janeiro de 1986, e regulamentados pelo Decreto Federal n. 99.274/90.

3 METODOLOGIA

3.1 Georreferenciamento

De acordo com Menzori (2017), o georreferenciamento é uma parte fundamental da análise espacial e é usado em uma ampla variedade de setores, desde o planejamento urbano até a pesquisa científica e o monitoramento ambiental. Para realizar o georreferenciamento, são

utilizados equipamentos de medição de alta precisão, como receptores GPS, estações totais e software de SIG, que permitem a captura precisa das coordenadas geográficas dos objetos ou locais de interesse.

3.2 Formato SIG

O sistema de informações geográficas (SIG) é um sistema computacional capaz de gerenciar tais conjuntos de informações especializadas com o intuito de permitir uma leitura prática, geralmente através de elementos gráficos, mas não limitado a estes, faz parte do conjunto de ferramentas que compõem o Geoprocessamento tais como sensoriamento remoto, aerofotogrametria, cartografia, geodésia, SRC, dentre outras (FERNANDES, ET AL, 2021).

O formato SIG geralmente inclui arquivos vetoriais (que representam características geográficas como estradas, rios, fronteiras, etc.) e/ou arquivos raster (que representam dados contínuos, como imagens de satélite ou modelos de elevação). Esses formatos facilitam a interpretação e o uso das informações geoespaciais, o que é essencial para o planejamento e a implementação de projetos de energia eólica e solar, bem como para a análise do potencial de geração de energia em diferentes áreas da região (FERNANDES, ET AL, 2021).

3.3 Atlas Eólico Solar do RN

O Atlas Eólico e Solar do Rio Grande do Norte é uma ferramenta que fornece informações detalhadas sobre o potencial de geração de energia a partir do vento e do sol na região. Ele ajuda a identificar as áreas mais adequadas para a instalação de parques eólicos e projetos solares, com base em dados de velocidade do vento e radiação solar. De acordo com o Serviço Nacional de Aprendizado Industrial - SENAI, isso auxilia no planejamento de projetos de energia renovável, na estimativa da capacidade de geração de eletricidade e na tomada de decisões informadas por parte de investidores, governos e empresas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a redução das emissões de carbono (SENAI, 2022).

3.4 Descrição da Área de Estudo

O Rio Grande do Norte, localizado no Nordeste do Brasil, possui clima tropical semiárido e é conhecido por suas praias, economia diversificada, destaque na geração de energia eólica, e rica cultura influenciada por diversas origens étnicas. Suas paisagens variam de planícies costeiras a formações rochosas, e as cidades principais incluem Natal e Mossoró. A região central

e do Vale do Açu é um destino turístico popular e tem grande potencial econômico, com foco na produção de energia renovável (ASSECOM/RN, 2019).

O Rio Grande do Norte está situado na porção nordeste do Brasil, fazendo fronteira com os estados da Paraíba e do Ceará. Sua localização litorânea o torna banhado pelo Oceano Atlântico, proporcionando uma extensa faixa costeira (IBAMA, 2019).

A geografia do Rio Grande do Norte é diversificada, com muitas paisagens diferentes. Composta por praias planas, dunas de areia, penhascos, montanhas e também a vegetação da Caatinga, que é comum em regiões semiáridas. Além disso, o estado tem formações rochosas interessantes, como a Pedra da Boca.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a microrregião do RN em ênfase analisada e da cidade de Angicos é um município localizado no estado do Rio Grande do Norte, na região Nordeste do Brasil. Possui uma população de aproximadamente 11.632 habitantes e abrange uma área territorial de 741,582 quilômetros quadrados. A cidade está situada a cerca de 170 quilômetros a noroeste da capital do estado, Natal (IBGE, 2022).

Possui uma economia voltada para a agricultura e pecuária, com destaque para culturas como milho e feijão, além da criação de gado. O comércio local desempenha um papel importante na cidade, fornecendo bens e serviços essenciais. A educação é promovida por instituições de ensino superior, incluindo a Universidade Federal Rural do Semi Árido -UFERSA. Manifestações culturais, como festas religiosas, são parte significativa da vida local. A cidade enfrenta desafios socioeconômicos, como a necessidade de empregos formais e infraestrutura básica, mas está empenhada em melhorar as condições de vida da população (IBGE, 2022).

Angicos, situado na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil, apresenta um clima caracterizado por seca e chuvas escassas e irregulares ao longo do ano. Essas condições climáticas contribuem para desafios relacionados à disponibilidade de água e à desertificação, uma vez que a região é suscetível à degradação da terra devido às atividades humanas e ao clima.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE, o solo na área é impactado pelo desmatamento e pelo uso inadequado da terra, o que pode resultar na perda de vegetação nativa, incluindo a Caatinga, e na erosão do solo. A região também abriga uma diversificada biodiversidade adaptada às condições do semiárido, com espécies típicas da Caatinga. A preservação da biodiversidade requer ações de conservação e a proteção de áreas naturais (INPE, 2022).

3.5 Descrição dos tipos de dados utilizados, dados eólicos, socioeconômicos, ambientais, etc.

Neste estudo, adotou-se a abordagem de pesquisa exploratória. Foi realizada uma revisão bibliográfica, conforme descrito por Gil (2008), que envolve a análise de materiais previamente elaborados, como livros e artigos científicos. Posteriormente, procedemos à análise dos dados coletados, iniciando pela coleta de informações em fontes de referência, como livros e artigos científicos, a partir desta análise de atlas eólicos solar do RN, onde foi encontrada informações primordiais para a realização do estudo.

Como analisado o Projeto de Monitoramento do desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite, observando na microrregião de angicos o alto índice de desmatamento da vegetação nativa, e com a instalação de parques eólicos em toda a extensão territorial das localidades próximas.

O estado do RN é líder em energias renováveis no país. A energia eólica cresce cada vez mais no estado: 63% das usinas eólicas estão em operação, 14% das usinas se encontram em fase de construção e 23% em fase de construção não iniciada (SEDEC, 01/2022).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA desempenha um papel fundamental no monitoramento das atividades de energia eólica, atuando como órgão responsável pela concessão de licenças ambientais, fiscalização e controle das operações das usinas eólicas (MMA, 2022).

Além disso, o Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite, promovido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, desempenha um papel crucial na avaliação dos impactos das usinas eólicas na Caatinga. Ao utilizar tecnologias de sensoriamento remoto via satélite, esse projeto fornece dados sobre o uso da terra, mudanças no uso do solo e desmatamento, permitindo uma análise dos efeitos das atividades eólicas sobre o ecossistema da Caatinga (MMA, 2016).

Ao verificar o Mapa 01, que se trata de um recorte da região do Rio Grande do Norte sobre as áreas antropizadas e não antropizadas dos biomas caatinga, mangue e mata atlânticos, obtido do Projeto de Monitoramento de Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS).

A região da Caatinga e a Mata Atlântica no RN sofreram a maior antropização, onde de acordo com os dados, em 2009 foram 22.658 km² de caatinga que sofreram com a antropização. Dado que alarma a população, pois afeta diretamente o meio ambiente, e principalmente o clima da região. Que nos últimos anos observa o aumento considerável na temperatura e no solo da região (MMA, 2016).

Mapa 01- Mapa de distribuição de desmatamento no bioma caatinga de 2002 à 2008.

A análise geográfica e o mapeamento dos aerogeradores eólicos são processos fundamentais para identificar locais adequados para a instalação desses geradores de energia sustentável. Esse processo inclui a coleta de dados geográficos, como topografia, climatologia e insolação, além da avaliação do potencial eólico por meio de dados de vento históricos e modelagem matemática. A análise também engloba a avaliação de impacto ambiental, considerando áreas sensíveis e a necessidade de Estudos de Impacto Ambiental (EIA). A viabilidade técnica e econômica é outro aspecto crucial, levando em conta a capacidade de conexão à rede elétrica e os custos operacionais versus benefícios financeiros. O zoneamento e o licenciamento são realizados para definir áreas adequadas e cumprir regulamentos locais. Mapeamento espacial, incluindo SIG e modelagem tridimensional, auxilia na visualização e planejamento detalhado. O monitoramento contínuo é essencial, e a comunicação com a comunidade local desempenha um papel importante. Esses métodos são essenciais para uma abordagem sustentável e eficaz na implantação de parques eólicos (Kusiak et al, 2011).

3.6.2 Formato SIG

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas importantes para análise geográfica e mapeamento em projetos de turbinas eólicas. GIS é um sistema que permite coletar, armazenar, processar, analisar e visualizar dados geoespaciais, como mapas, imagens de satélite, informações do terreno e dados climáticos. Ele fornece uma plataforma que integra diferentes tipos de dados geográficos para fornecer uma compreensão abrangente do ambiente em que as turbinas eólicas estão instaladas.

3.7 Análise Socioeconômica e Ambiental

3.7.1 Métodos para avaliar os impactos socioeconômicos da energia eólica nos municípios.

A geração de energia a partir de fontes eólicas traz impactos positivos significativos para as comunidades locais, pois impulsiona a implementação de projetos sociais, culturais, de saúde e ambientais que beneficiam o desenvolvimento da população residente. É relevante destacar que, devido ao financiamento fornecido pelos investidores do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, uma parcela dos recursos destinados à implantação desses empreendimentos deve ser direcionada a projetos sociais. No entanto, a maioria das empresas vai além dessa obrigação e se envolve em iniciativas de grande importância para a comunidade local (ABEEólica, 2016).

A diminuição das disparidades de renda tem efeitos positivos na sustentabilidade local, uma vez que resulta na criação de empregos e no estímulo à economia regional. Portanto, é de interesse que o empreendimento promova a geração de renda e emprego para as camadas menos favorecidas da população. Deve-se avaliar se os benefícios do projeto alcançam os grupos de baixa renda e de que forma ele contribui para a redução da pobreza na região (RIO; BURGUILLO, 2008).

O desenvolvimento da economia municipal pode ser impulsionado positivamente por um projeto de energia renovável. Isso ocorre por diversas razões. Primeiramente, o projeto pode envolver transferências financeiras diretas da empresa, como parte de acordos de compensação. Em segundo lugar, a maior atividade econômica gerada pelo projeto, que inclui a construção de pousadas, restaurantes e outros estabelecimentos, resulta em uma ampliação da base tributária local, aumentando a arrecadação de recursos para o município. Por último, a implementação do projeto de energia renovável pode envolver subsídios para a empresa e para a comunidade local, provenientes de fundos governamentais, seja em nível nacional ou regional. Todos esses fatores contribuem para o aprimoramento da economia local (RIO, BURGUILLO, 2008).

A geração de empregos temporários na indústria de energia eólica desempenha um papel relevante no desenvolvimento socioeconômico em nível regional e local no Brasil, como indicado pelo SIMAS. Esse desenvolvimento, em âmbito local, é notadamente marcado pela criação de empregos em duas fases distintas. A primeira ocorre durante a construção dos parques eólicos, quando a demanda por mão de obra é significativa, embora seja temporária. A segunda fase ocorre nas etapas de operação e manutenção, em que os postos de trabalho são menos numerosos, porém permanentes, abrangendo todo o ciclo de vida do projeto. A autora enfatiza que ambas as atividades têm um potencial substancial para a geração de empregos em nível local, o que resulta na geração de renda, muitas vezes em áreas rurais com oportunidades econômicas limitadas (SIMAS, 2012).

É importante destacar que a chegada dos parques eólicos também impulsiona a geração de empregos indiretos, especialmente nos setores de alimentação e hospedagem, em resposta à migração de profissionais especializados que buscam oportunidades na região. Isso, por sua vez, estimula a economia local. Por exemplo, em João Câmara/RN, a construção dos parques eólicos levou ao aumento no número e na qualidade das pousadas, para atender à crescente demanda. No entanto, é essencial observar que essas atividades estão diretamente vinculadas à fase de construção dos parques, quando a geração de empregos atinge seu pico. Com o término das obras, ocorre uma redução no número de empregados nos parques e, conseqüentemente, uma diminuição na demanda por esses serviços, o que pode ter um impacto negativo na economia

local. Portanto, apesar da geração de empregos associada à chegada dos parques eólicos, especialmente durante a construção, há indícios de que essa geração de empregos não é suficientemente significativa para impulsionar o desenvolvimento sustentável a longo prazo nas comunidades locais (TRALDI, 2014).

3.7.2 Consideração dos impactos ambientais, incluindo efeitos na caatinga.

A instalação de aerogeradores em um complexo eólico pode ter impactos significativos na fauna e avifauna, levando à degradação do habitat e à modificação de áreas cruciais para descanso, nidificação, reprodução, alimentação e rotas migratórias de várias espécies. Essa preocupação ambiental é abordada por meio de estudos prévios realizados nas áreas destinadas à implantação do empreendimento. Essas pesquisas observam o comportamento da fauna terrestre e da avifauna, com especial atenção para espécies ameaçadas de extinção e aves de rapina. Essas informações são fundamentais para embasar ações que visam mitigar os impactos causados pela instalação dos aerogeradores, garantindo, assim, a preservação das espécies e de seus habitats (AZEVEDO, 2006).

A influência direta do complexo eólico tem afetado as comunidades locais de forma significativa. Este impacto emergiu como uma preocupação ambiental considerável, pois foi identificado que está associado a problemas de saúde, principalmente relacionados ao sono, sintomas de estresse, dores de cabeça e transtornos psicológicos, o que torna essa questão um desafio importante a ser enfrentado pelas comunidades afetadas. (AGÊNCIA BRASIL, 2022). Quando se trata do impacto visual, ele é percebido de maneira subjetiva por diferentes indivíduos. Enquanto algumas pessoas consideram as turbinas eólicas como um elemento agradável na paisagem, contribuindo de forma positiva para o ambiente, outras têm opiniões contrárias. Estudos relevantes demonstraram que mais de 70% das pessoas não têm uma perspectiva negativa em relação às turbinas eólicas. No entanto, alguns profissionais do setor de turismo expressaram preocupações de que a presença das turbinas eólicas poderia prejudicar o turismo local (SNYDER; MARK, 2009).

Durante o processo de construção de um parque eólico, certas atividades, como a escavação das fundações e a construção de estradas, têm o potencial de impactar o ecossistema local. Quando a vegetação superficial é removida, a superfície do solo fica vulnerável aos efeitos de fortes ventos e chuvas, o que pode resultar na erosão do solo. À medida que a escala dos parques eólicos aumenta, observa-se um efeito cumulativo nos padrões climáticos. Algumas análises de engenheiros ambientais sugerem que a turbulência gerada na esteira das turbinas eólicas pode induzir alterações climáticas locais, promovendo a mistura vertical do ar em largas

distâncias. A turbulência na esteira das turbinas também pode influenciar a direção do vento de alta velocidade próximo à superfície, intensificando a evaporação local da umidade. Isso resultaria em um aquecimento na superfície e, ao mesmo tempo, um resfriamento em altitudes mais elevadas (ASIF, 2009).

3.8 Microrregião de Angicos

Angicos está localizada na mesorregião Central Potiguar, que é composta pelas microrregiões de Angicos, Macau, Seridó Ocidental, Seridó Oriental, Serra de Santana, abrangendo um total de 37 municípios.

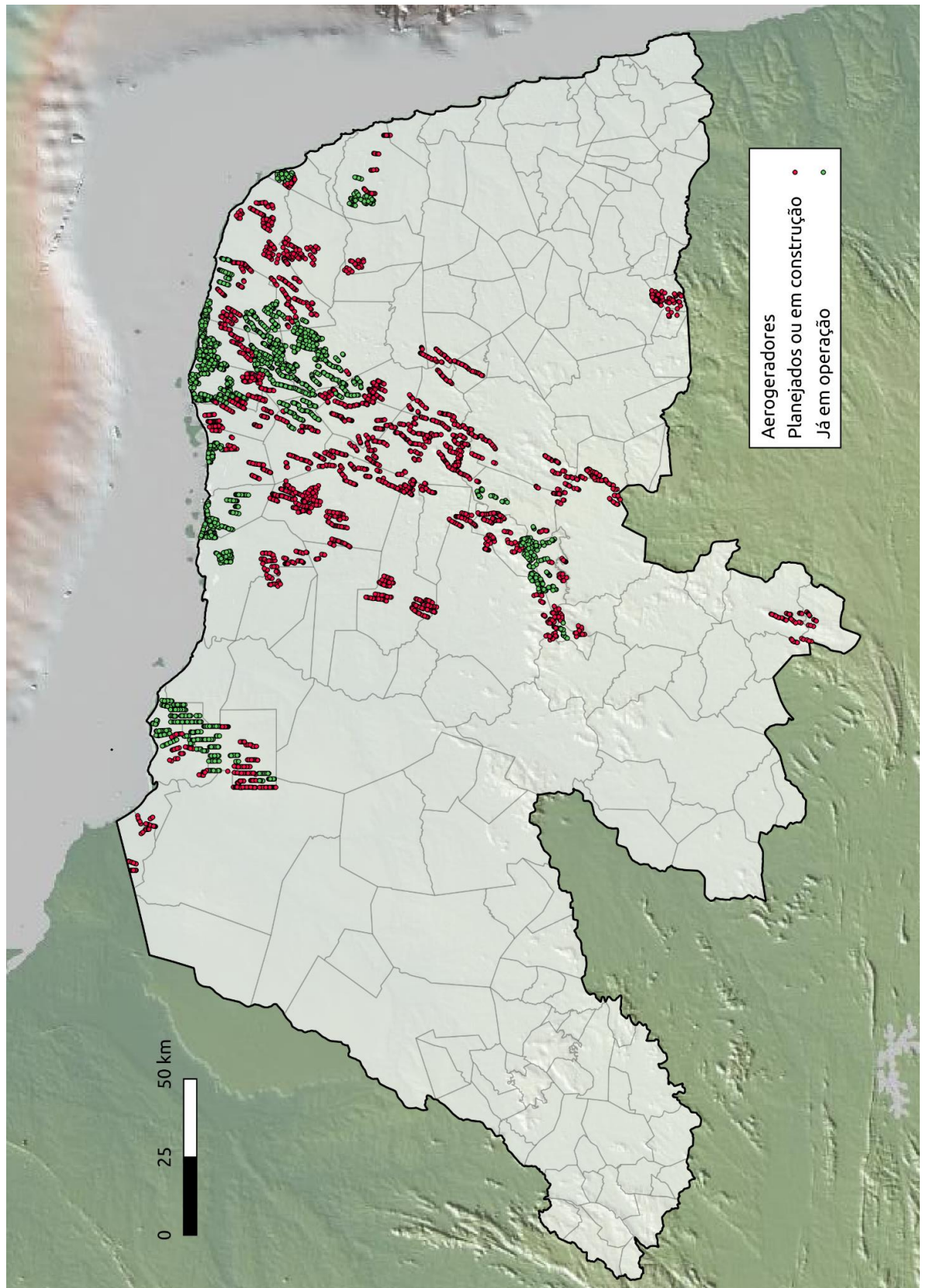
Angicos, inicialmente ocupado por fazendas de criação de gado às margens do rio Pataxó e Angicos, na região central do estado, recebe seu nome de árvore angico, uma espécie comum no norte do Brasil. A cidade surgiu a partir do desmembramento do território de Assú/RN e, em 13 de outubro de 1936, obteve o status de cidade por meio da Lei estadual n. 20 (PREFEITURA DE ANGICOS, 2017). Localizada a 180 km da capital Natal/RN, Angicos tem como principais acessos à BR-304, a RN-263 e a RN-042.

Segundo dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010, Angicos tinha uma população de 11.549 habitantes em uma área de 741,584 km², integrada à microrregião de mesmo nome. Além disso, a cidade está a aproximadamente 101 km da capital regional, Mossoró/RN, onde está localizado o campus central da UFERSA.

Em 2009, Angicos se tornou a primeira cidade a abrigar um campus da UFERSA fora de Mossoró. Este campus conta com 133 servidores, incluindo 91 docentes e 42 técnicos-administrativos, e oferece cinco cursos de graduação: Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Licenciatura em Pedagogia, Bacharelado em Sistemas de Informação e Licenciatura em Computação. Para o semestre de 2017.1, a Divisão de Registro Escolar da UFERSA registrou aproximadamente 1.343 alunos matriculados (UFERSA, 2018).

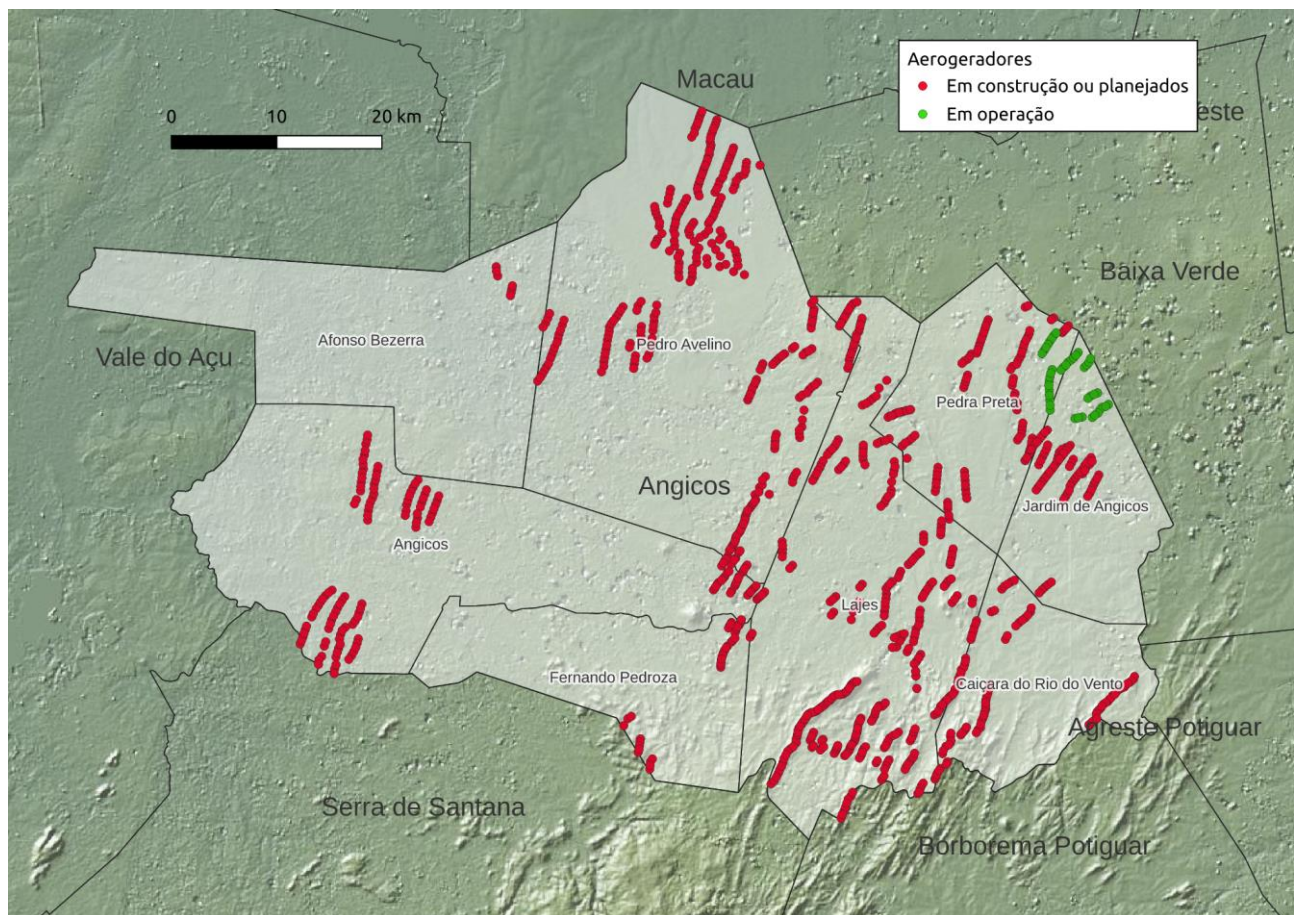
O Mapa 02, é referente ao espaço territorial da cidade de Angicos e assim aparecem também as cidades que fazem divisa com a mesma, e quais espaços foram desmembrados no ano de 2019.

Mapa 03- aerogeradores em planejamento ou construção e já em operação no RN.



Fonte: própria.

Mapa 04 - aerogeradores em construção ou planejados e os em operações na região de Angicos-RN



Fonte: própria.

3.9 Quirópteros no RN

A diminuição da diversidade e do número de indivíduos em populações de morcegos está associada ao incremento na taxa de mortalidade desses animais. Isso ocorre devido a colisões com as pás das turbinas eólicas ou ao barotrauma causado pela variação de pressão do ar gerada pelo movimento rotativo das pás. (KUNZ ET AL, 2007).

A taxa de mortalidade varia de acordo com fatores espaciais, como topografia, vegetação circundante e uso do solo. Além disso, a taxa de mortalidade está relacionada às características específicas das espécies, incluindo seus hábitos alimentares, alturas de voo e padrões de migração. Por fim, as características individuais dos aerogeradores, como a altura das torres e a disposição dentro do parque eólico, também influenciam nessa taxa. (KUNZ ET AL., 2007; ARNETT ET AL., 2008; BAERWALD & BARCLAY, 2009; WANG & WANG, 2015).

O Brasil atualmente ocupa a oitava posição no ranking mundial de produção de energia eólica (GWEC, 2017). No entanto, a responsabilidade pelo licenciamento ambiental de

empreendimentos eólicos é predominantemente realizada em nível estadual. Surpreendentemente, apenas um terço dos estados que possuem geradores eólicos em operação possui regulamentações específicas e atualizadas para o licenciamento, em relação às normas federais. Em grande parte dos casos, a Resolução CONAMA n. 462/2014 continua sendo a regulamentação mais utilizada pelos estados, seja como o único instrumento regulatório ou em conjunto com as normas estaduais existentes, desde que estas estejam em conformidade com a Resolução Federal. Essa situação não é favorável para a conservação dos morcegos no Brasil, pois um estudo anterior constatou que as diretrizes da Resolução CONAMA nº 462/2014 eram insuficientes para uma avaliação adequada do impacto das turbinas eólicas sobre a quiropteroфаuna (VALENÇA; BERNARD, 2015).

3.10 Aves Migratórias

Os registros de colisão de aves em aeroturbinas reportados na literatura são bastante variáveis (DREWITT & LANGSTON, 2006) e estão diretamente associados às espécies, a localização do empreendimento e a aspectos técnicos dos projetos (ORLOFF & FLANNERY, 1992; BARRIOS & RODRIGUEZ, 2004; GARTHE & HUPPOP, 2004; KUVLESKY ET AL. 2007; NOGUEIRA ET AL. 2010; BRAUNISCH ET AL. 2015).

A ocorrência de impactos significativos sobre a avifauna não é restrita apenas a mortalidade por colisões com as estruturas dos aerogeradores, mas também a redução do êxito reprodutivo, alteração de comportamento de alimentação e ao afugentando da fauna, em função de perturbação do habitat ou perda direta de hábitat (KALDELLIS ET AL., 2003; DAHL ET AL., 2012; DAI ET AL., 2015).

A perda de habitat é redução da conectividade entre populações está associada tanto a alteração direta do uso do solo e redução da cobertura vegetal, como indiretamente com o afugentando da fauna, alteração de rotas e comportamento de algumas espécies (BRAUNISCH ET AL., 2015; DAI ET AL., 2015).

Os impactos sobre a fauna causado por centrais eólicas ainda é pouco discutido na literatura porém alguns estudos apontam o direto aumento da mortalidade, devido a destruição, alteração e fragmentação de habitats, assim como a redução da diversidade devido a fragmentação da vegetação, obstáculo a passagem e afugentando da fauna (LOVICH; ENNEN, 2013).

3.11 Antropização

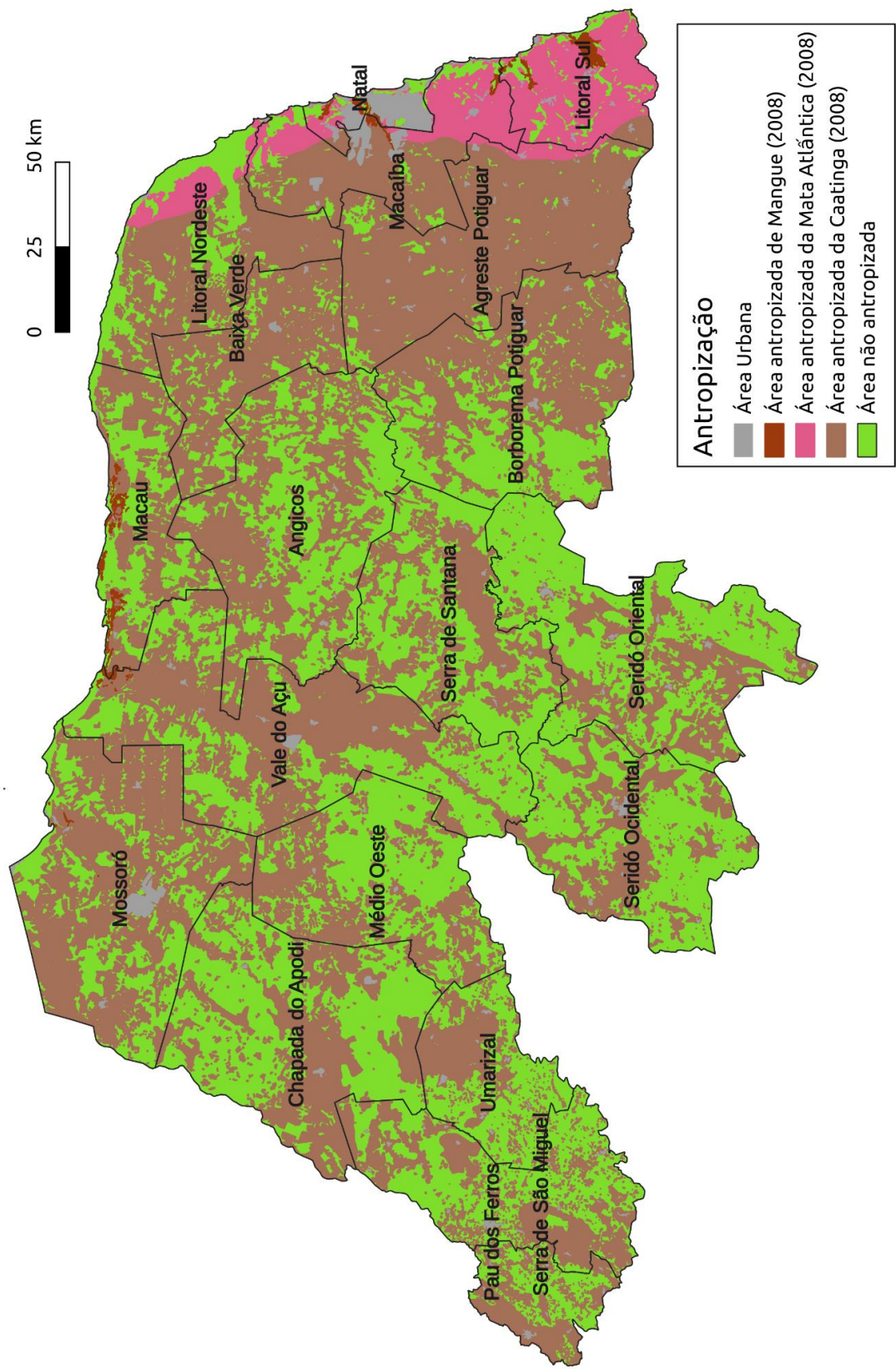
A antropização da caatinga refere-se aos impactos negativos das atividades humanas na região semiárida do nordeste do Brasil. Isso inclui desmatamento, agricultura, pecuária, mineração, queimadas e desertificação. Essas ações têm causado danos ao ecossistema e à biodiversidade da caatinga.

Com o mapeamento realizado pelo serviço florestal brasileiro, cerca de 58% do território do estado do RN era coberto por florestas naturais, principalmente por Savana Estépica- Caatinga (87,8% da cobertura florestal) e apenas 8% situado em alguma unidade de conservação (BRASIL,2016.)

A construção de parques eólicos envolve a atividade de podem intensificar processos erosivos, eventualmente, assoreamento dos corpos d'águas, e alteração da qualidade dos recursos hídricos e sólidos, pela destinação ou manejo inadequado de efluentes, resíduos e óleo (DAI ET AL, 2015).

Analisando o histórico de desmatamento na Caatinga por estado, em termos absolutos, percebe-se que o padrão de comportamento do índice de desmatamento apresenta uma tendência de redução do desmatamento (MMA, 2016).

Mapa 05 - áreas antropizadas e não-antropizadas dos biomas do Rio Grande do Norte até 2008.



Fonte: própria.

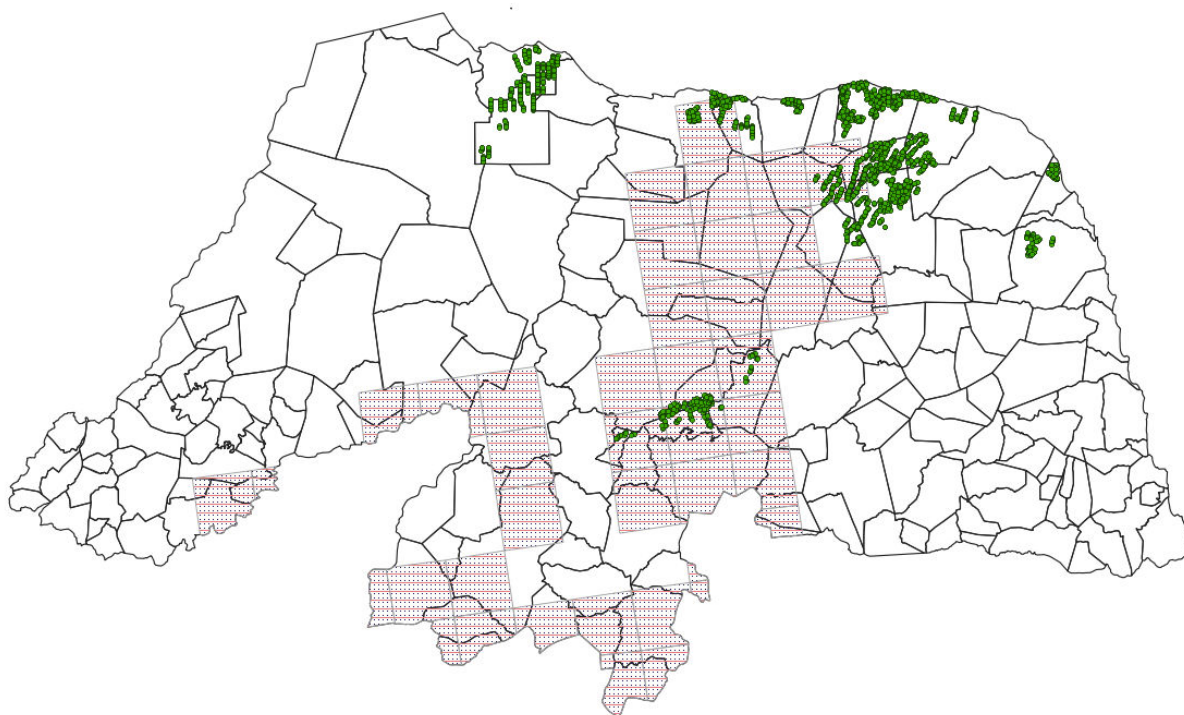
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Quirópteros

A presença de quirópteros, mais comumente conhecidos como morcegos, na região de Angicos, no estado do Rio Grande do Norte, é um aspecto da biodiversidade que pode ser observado nessa área. Os morcegos são mamíferos voadores que desempenham papéis importantes nos ecossistemas, incluindo a polinização de plantas e o controle de populações de insetos.

Como observado no Mapa 06 a presença de aerogeradores, em regiões a incidências de quirópteros, isso chama a atenção para casos de incidentes de colisão desses mamíferos em pás dos geradores. Além de existe a migração desses animais para outros lugares, como para a cidade, ocasionando uma alteração no seu habitat e podendo transmitir doenças para os animais da região para onde migraram.

Mapa 06 - aerogeradores onshore já registrados sobrepostos às regiões com incidência de quirópteros



Fonte: própria.

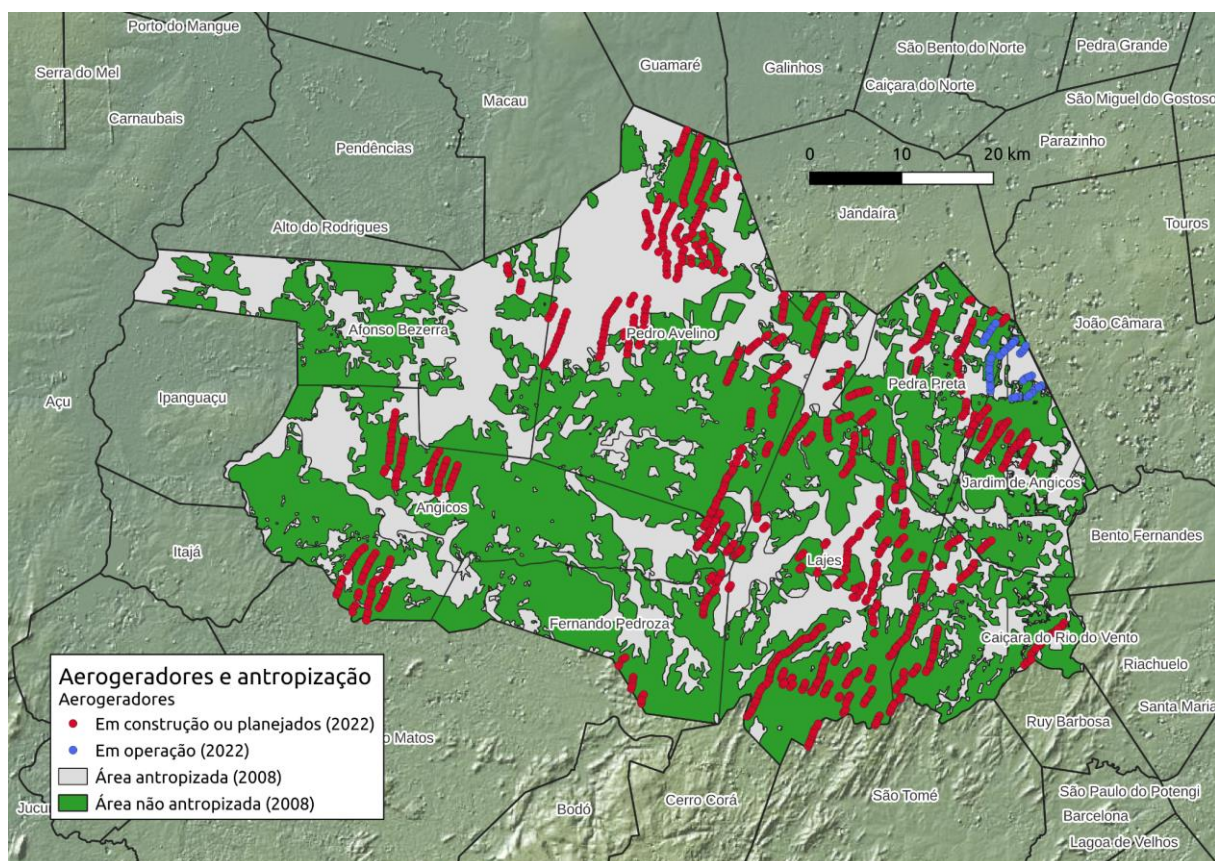
4.2 Caatinga

Ao analisar o Mapa 07, podemos identificar a implementação de aerogeradores em maior incidência em áreas não antropizadas, com a instalação desses empreendimentos, ocorreu a eutrofização dos lugares que foram instalados.

O que chama atenção é que não foi encontrado nenhum um EIA/RIMA da região, pois o alto nível de desmatamento de vegetação nativa é alarmante.

Ao observado os dados existem o maior número de aerogeradores que estão em construção que estão em áreas não antropizadas. Como se trata de um dado de 2022, que é o mais atual, é notório destacar que nos dias de hoje já devem se encontrar em pleno funcionamento. Tendo em vista, instalações de partes administrativas, sociais e vias para chegar nessa região, fazendo que afete diretamente todo o bioma caatinga da região.

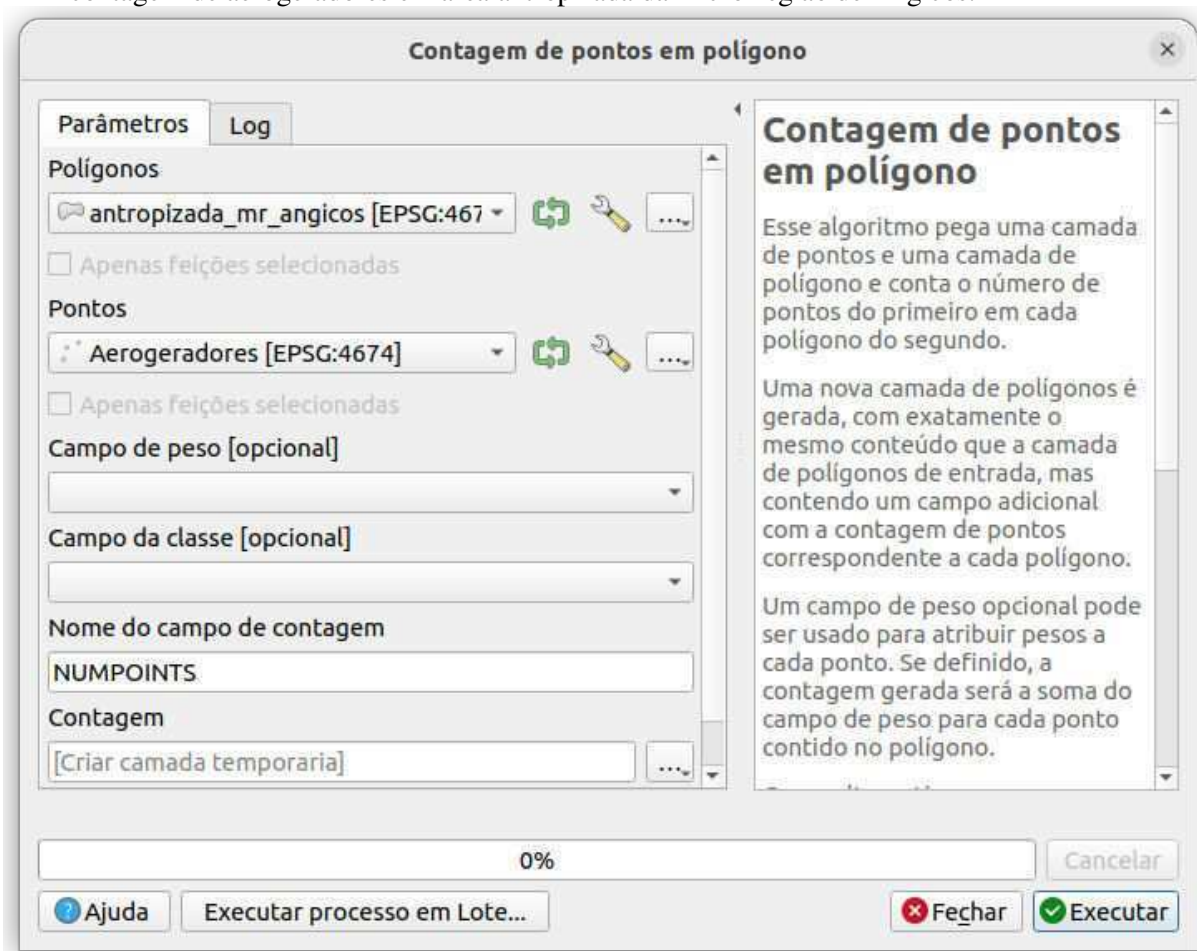
Mapa 07 - aerogeradores e áreas antropizadas / não antropizadas da microrregião de Angicos-RN.



Fonte: própria.

A contagem de aerogeradores localizados em área antropizada e não antropizada na microrregião de Angicos é realizada usando-se a ferramenta *Contagem de pontos em polígono* do QGIS. Primeiramente, conta-se a quantidade de pontos representando as posições dos aerogeradores localizados dentro do polígono que representa os limites da microrregião, resultando assim na quantidade total de aerogeradores nessa área. Após, conta-se a quantidade de aerogeradores localizados dentro dos polígonos que representam as áreas antropizadas dentro da microrregião. A quantidade de aerogeradores em área não antropizada é, assim, considerada como sendo a diferença entre a quantidade total e a quantidade em área antropizada. A figura 01 ilustra um exemplo em que a contagem é feita usando-se essa ferramenta.

Figura 01 - Exemplo de uso da ferramenta contagem de pontos em polígono do qgis para contagem de aerogeradores em área antropizada da microrregião de Angicos.



Fonte: própria.

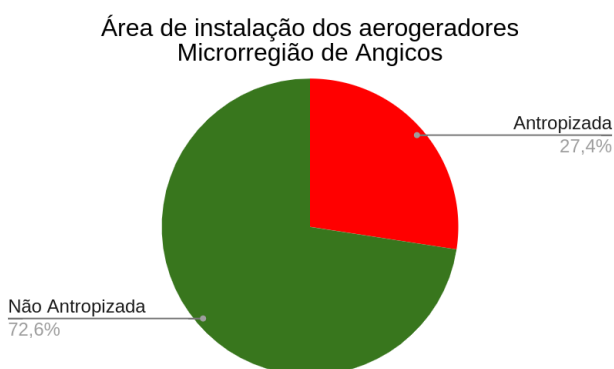
A Tabela 1 apresenta o resultado da contagem dos aerogeradores em áreas antropizadas e não antropizadas da microrregião de Angicos. A figura 02 apresenta o percentual aproximadamente 72% dos aerogeradores estão em área não antropizada, mostrando que intervenção de degradação e desmatamento da caatinga para a instalação desses aerogeradores, não só onde estão localizados, mas a abertura de vias para a implementação do mesmo, construção de partes administrativas. Tudo isso vem causando a degradação da caatinga e afetando o solo, fauna e flora de toda região angicana.

Tabela 1 - quantidade de aerogeradores (já em operação, em construção ou planejados) em áreas antropizadas e não-antropizadas na microrregião de Angicos

Área	Aerogeradores
Antropizada	318
Não Antropizada	841
Total	1159

Fonte: própria.

Gráfico 01- percentual de aerogeradores na microrregião de Angicos



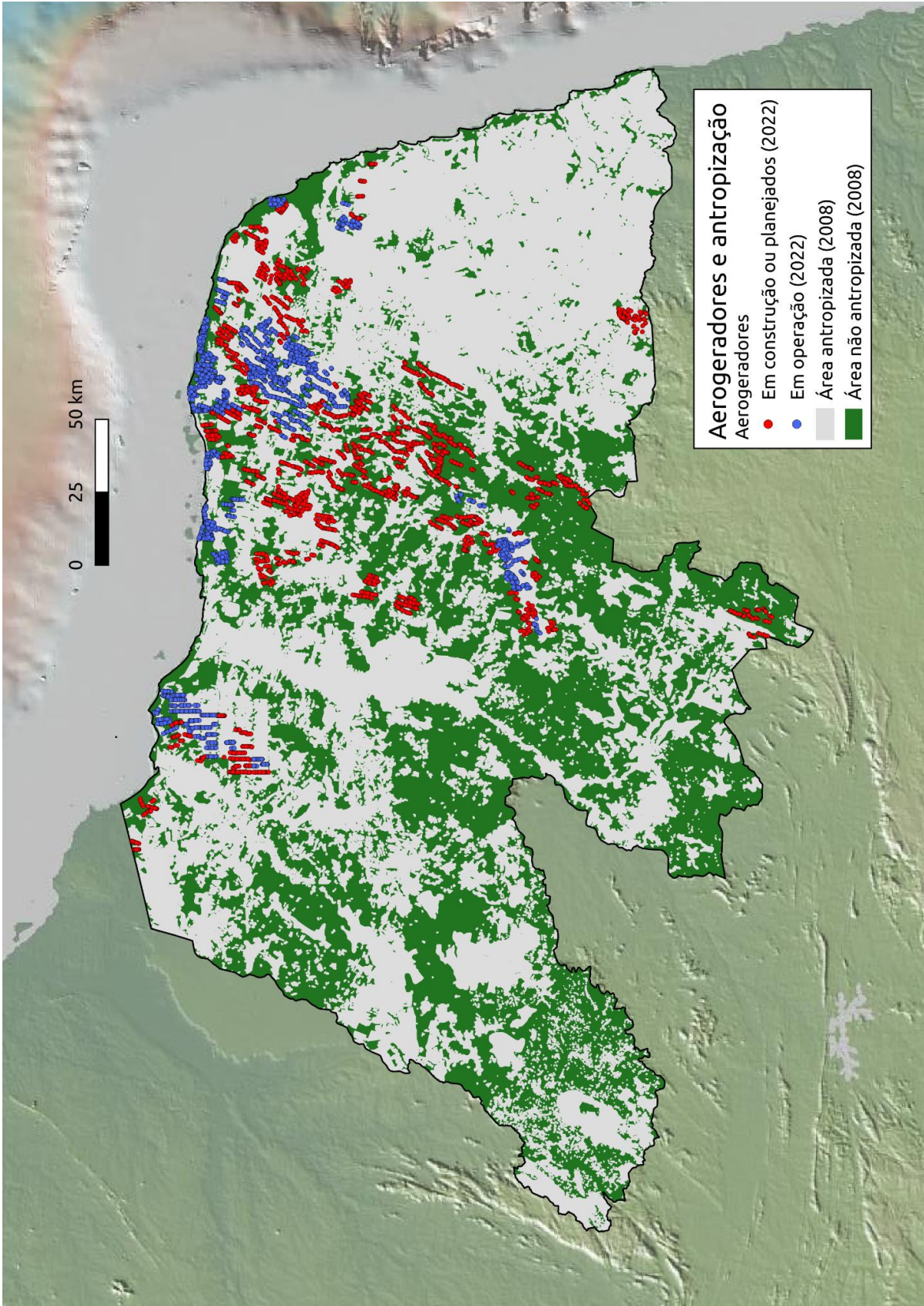
Fonte: própria.

O alto índice de antropização da caatinga, causado por atividades humanas como desmatamento, agricultura não sustentável e degradação do solo, têm consequências significativas para as comunidades próximas a essa região. Os principais efeitos incluem a escassez de água devido à diminuição dos recursos hídricos, insegurança alimentar devido à redução dos recursos naturais, perda de biodiversidade devido à destruição do habitat, aumento da vulnerabilidade a eventos climáticos extremos e migração forçada devido à perda de meios de subsistência.

Para mitigar esses impactos, são necessárias ações como a conservação da caatinga, a implementação de práticas agrícolas sustentáveis, o manejo eficiente da água, a educação ambiental e o reflorestamento. Essas medidas, baseadas em evidências científicas, visam além da preservação da caatinga, promover a sustentabilidade ambiental e melhorar a qualidade de vida das comunidades locais.

Ao observarmos o Mapa 08, vemos onde está concentrado as usinas eólicas no RN, que realmente mostra a localização dos aerogeradores, e que estão localizados nas regiões não antropizadas. Para maior compreensão na tabela 02 tem os números exatos de geradores eólicos instalados e onde está a maior concentração deles. Que aproximadamente 55,70% são áreas de antropização.

Mapa 08 - aerogeradores e antropização no RN



Fonte: Própria

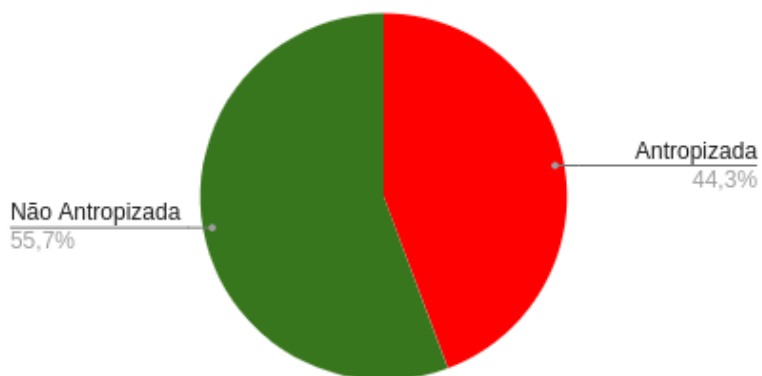
Tabela 2 - quantidade de aerogeradores (já em operação, em construção ou planejados) em áreas antropizadas e não-antropizadas no Rio Grande do Norte

Área	Aerogeradores
Antropizada	2298
Não Antropizada	2891
Total	5189

Fonte: própria.

Gráfico 02- percentual de aerogeradores no RN

Área de instalação dos aerogeradores no Rio Grande do Norte



Fonte: própria.

Para mitigar esses impactos, é fundamental realizar estudos de impacto ambiental detalhados e adotar medidas de mitigação apropriadas. A escolha cuidadosa dos locais de instalação e o uso de tecnologias avançadas também são importantes para minimizar os efeitos negativos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os dados e estatísticas obtidos, é possível concluir que mais de 55% dos aerogeradores estão localizados em áreas não antropizadas, o que destaca a degradação desse habitat devido ao desmatamento. Essa degradação tem impactos significativos na fauna e hidrologia da região potiguar.

Em particular, em Angicos, observamos que 77% dos aerogeradores estão situados em áreas do bioma Caatinga. Essa concentração tem efeitos diretos sobre o bioma, provocando a migração da fauna para outras regiões e gerando impactos socioeconômicos na cidade. Isso se reflete na criação de empregos temporários e na construção de novas habitações, muitas vezes sem um planejamento adequado na cidade.

Esses resultados foram obtidos por meio do georreferenciamento das coordenadas, utilizando o software QGIS, o que possibilitou a geração de mapas que evidenciaram a localização dos geradores e a identificação de áreas não antropizadas. Essas áreas são frequentemente associadas à presença de quirópteros e vegetação densa de caatinga.

Além disso, é importante ressaltar que a presença dos aerogeradores pode afetar negativamente a estética das paisagens naturais. Portanto, é crucial que projetos eólicos em áreas não antropizadas sejam cuidadosamente planejados, incluindo estudos de impacto ambiental abrangentes e a implementação de medidas de mitigação adequadas para minimizar esses impactos.

Fica como proposta para trabalhos futuros, uma análise socioambiental também relacionada aos ciclos de aves migratórias e impactos visuais e sonoros relacionados aos aerogeradores.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim anual de geração eólica 2016**. 2016. Disponível em <http://www.abeeolica.org.br> Acesso em: 27 de agosto de 2023.

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim Anual de Geração Eólica 2022**. 2022. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/06/Boletim-de-Geracao-Eolica-2022.pdf> Acesso em: 26 de agosto de 2023.

ABEEÓLICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim anual de geração eólica 2020**. 2020. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/04/PT_Boletim-Anual-de-Geracao_2020.pdf Acesso em: 27 de agosto de 2023.

ABEEÓLICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Impactos Socioeconômicos e Ambientais da Geração de Energia Eólica no Brasil**. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/04/ABEEolica_GO-Associados-V.-Final.pdf Acesso em: 13 de outubro de 2023.

AGÊNCIA BRASIL, **Relatório da ONU aponta ameaças ao meio ambiente: Desequilíbrios trazem impactos negativos para a humanidade**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-02/relatorio-da-onu-aponta-ameacas-ao-meio-ambiente#:~:text=O%20documento%20identificou%20a%20amplia%C3%A7%C3%A3o%20da%20polui%C3%A7%C3%A3o%20sonora,doen%C3%A7as%20card%C3%ADacas%2C%20diabetes%2C%20de%20audi%C3%A7%C3%A3o%20e%20dist%C3%BArbios%20mentais.> Acesso em: 13 de outubro de 2023.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. **Degradação da Caatinga: uma investigação eco geográfica**. Caatinga, 22(3):126-135, 2009. Disponível em: www.ufersa.edu.br/caatinga Acesso em: 20 de setembro de 2023.

ASIF, M.. **Sustainable energy options for Pakistan**. Renew. Sustain. Energy Rev 13(4): 903-909. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/223421753_Sustainable_energy_options_for_Pakistan Acesso em: 28 de agosto de 2023.

AZEVEDO, M.A.G. **Contribuição de estudos para licenciamento ambiental ao conhecimento da avifauna de Santa Catarina, Sul do Brasil**. Biotemas, 2006. 19(1): 93–106. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/download/21341/19247/68009> Acesso em: 28 de agosto de 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano decenal de expansão de energia – PDE 2022: informe à imprensa**. Brasília, 2013d. Disponível em: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131029_1.pdf/ . Acesso em: 10 de agosto de 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de energia 2011- 2021**. Brasília, 2013e. Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2012Relatxrio_PDE2021_ConsultaPublica.pdf . Acesso em: 10 de agosto de 2023

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas prioritárias - caatinga**. 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/areas%20prioritarias/caatinga/bioma%20caatinga.pdf> Acesso em : 12 de agosto de 2023.

BRASIL. MMA -Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **RELATÓRIO BIOMA CAATINGA ANOS 2009-2010**. Disponível em: [RelatorioBiomaCaatinga_2009-2010_V2-MMA.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/PMDBBS/RelatorioBiomaCaatinga_2009-2010_V2-MMA.pdf). Acesso em: 29 de agosto de 2023

BRASIL.. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **RELATÓRIO BIOMA CAATINGA ANOS 2010-2011**. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80049/PMDBBS/RelatorioBiomaCaatinga_2010-2011_V2%20-%20MMA.pdf Acesso em : 25 de setembro de 2023.

BRAUNISCH,V. COPPES, J. BACHLE, S. SUCHANT, R. **Underpinning The precautionary principle Witherspoon evidence**:a spatial concept for guiding wind power development in endangered species habitats. Journal for Nature Conservation, 24, 31 - 40, 2015.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: [file:///G:/cnia/conam3\86\001-86.htm\(ibama.gov.br\)](file:///G:/cnia/conam3\86\001-86.htm(ibama.gov.br)) Acesso em 24 de agosto de 2023.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 462, DE 24 DE JULHO DE 2014**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=133565> Acesso em: 25 de setembro de 2023.

CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO SALVO BRITTO. **Energia eólica princípios e tecnologias**. Disponível: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=atlas_eolico& Acesso em 10 de agosto de 2023.

DAI,K.;BERGOT,A.;LIANG, C.;Xiang,W.N.;HUANG,Z. **Environmental issues associated with wind energy-a review**. Renewable Energy,75,911-921. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.074> Acesso em: 10 de agosto de 2023.

DREWITT, A.L; LANGSTON, R.H.W. **Assessing the impacts of wind farms on birds**. Ibis,148,29-42,2006.

DUARTE, H. M. N. **Utilização da energia eólica em sistemas híbridos de geração de energia visando pequenas comunidades**. Trabalho de conclusão de curso. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FARRET, F. A. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2014. Disponível em: <https://editoraufsm.com.br/ebooks/ebook-aproveitamento-de-pequenas-fontes-de-energia-eletrica.html> Acesso em: 30 de agosto de 2023.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos. TINOCO, Vinicius Navarro Varela. DA SILVA, Caio Alisson Diniz. SOUSA JÚNIOR, Almir Mariano de. SILVEIRA, Brenno Dayano Azevedo. **Geoprocessamento e Estudos Urbanos Auxiliados por QGIS**. 1. ed. Editora: Livraria da Física, São Paulo, BR, 2021; p. 10–12.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 173 p.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil**. Estudos Avançados, [S. l.], v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10203> n. Acesso em: 6 de setembro de 2023.

GOLDEMBERG, J., 1998. **Leapfrog energy Technologies**. Energy Policy 26(10): 729-741.

GWEC. Global Wind Statistics 2011. Global Wind Energy Council, 2012. Disponível em: <http://www.gwec.net/fileadmin/images/News/Press/GWEC_-_Global_Wind_Statistics_2011.pdf>. Acesso em: 21 de agosto de 2023

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil**. Rio de Janeiro: CEMAVE/ICMBio, 2016a

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados da cidade de Angicos 2019**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/angicos.html> , Acesso em 26 de setembro de 2023.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/> Acesso em 27 de setembro de 2023.

KALDELLIS, J.K. KAVADIAS, K.A. PALIATSOS, A.G. **Environmental impacts of wind energy applications: "myth or reality?"**. fresenius environmental bulletin, 12 (4), 326-337, 2003.

KUNZ, T. H.; ARNETT, E. B.; COOPER, B. M.; ERICKSON, W. P.; LARKIN, R. P.; MABEE, T.; MORRISON, M. L.; STRICKLAND, M. D.; SZEWCZAK, J. M. **Assessing impacts of wind energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document**. Journal of Wildlife Management, 71(8), 2449–2486, 2007. Disponível em: <https://bioone.org/journals/journal-of-wildlife-management/volume-71/issue-8/2007-270/Assessing-Impacts-of-Wind-Energy-Development-on-Nocturnally-Active-Birds/10.2193/2007-270.short> Doi: 10.2193/2007-270

KUSIAK, A., ZHENG, H., E SONG, Z. (2009A). **"Modelos para monitoramento de energia eólica. Energia Renovável"**, 34(3), 583–590.

LLERA SASTRESA, E. USÓN, A. A. BRIBIÁN, I. Z. SCARPELLINI, S. **Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study**. Renew Sustain Energy Rev. 2010 Feb 1;14(2):679–90.

MARTINHO, Felipe Miguel. **Energia Eólica: Estudos e Reflexões sobre a viabilidade do potencial dessa matriz energética no Brasil.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, Ano 1. Vol. 10 pp. 25-38. ISSN. 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/energia-eolica> Acesso em: 29 set. 2023.

MENZORI, Mauro. **Georreferenciamento/conceitos.** Ed.:1, São Paulo: Baraúna, 2017. Disponível em : https://books.google.com.br/books?id=Zyy1DgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false Acesso em : 24 de setembro de 2023.

MMA. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, Biomas Caatinga 2022. Disponível em: [Caatinga — Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima \(www.gov.br\)](http://www.gov.br/caatinga). Acesso em: 29 de Agosto de 2023.

ORLOFF, S. FLANNERY, A. **Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in altamont pass and solano count wind resource areas: 1989-1991.** final report. tiburon:california energy commission, 1992. Disponível em: <https://nacional.Windows.org/wp-content/uploads/2013/05/orloff-and-flannery-1992.pdf> Acesso em: 03 set. 2023.

PREFEITURA DE ANGICOS. **História do Município.** Disponível em: <http://angicos.rn.gov.br/index.php/historia> . Acesso em 30 de agosto de 2023.

RIO, P. BURGUILLO, M.. **Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework.** Renewable and Sustainable Energy Reviews 2(5): 1325-1344. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032107000433>

SAIDUR, R.; RAHIM, N. A.; ISLAM, M.R.; SOLANGI, K. H., 2011. Environmental impact of wind energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011.15(5): 2423–2430. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032111000669> Acesso em: 02 de setembro de 2023.

SNYDER, B. K. MARK, J. **Ecological and economic cost-benefit analysis of offshore wind energy.** Renewable Energy, 2009. In: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148108004217> Acesso em: 02 de setembro de 2023.

SEDEC - Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e da Inovação. **Energias Renováveis.** Disponível em: <http://www.sedec.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=15443&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Energia> . Acesso em: 25 de setembro de 2023.

SENAI. **Plataforma do novo Atlas Eólico e Solar do RN desenvolvida pelo ISI-E é apresentada como estratégica para novas fases de investimentos em energia.** Disponível em : <https://www.rn.senai.br/45448-2/> Acesso em 23 de setembro de 2023.

SISNAMA. SISTEMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981.** Disponível em: [lei-6938-31-agosto-1981-366135-norma-atualizada-pl.pdf \(camara.leg.br\)](http://www.camara.leg.br/leis/6938-31-agosto-1981-366135-norma-atualizada-pl.pdf). Acesso em 27 de setembro de 2023.

SIMAS, M. S. **Energia Eólica e Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Estimativa da Geração de Empregos por meio de uma Matriz Insumo-Produto Ampliada**. 2012. 219f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia) – EP/FEA/IEE/IF da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TRALDI, M.. **Instalação de parques eólicos no semiárido nordestino e a falácia do desenvolvimento local e regional**, 4432–4450. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=502143> Acesso em: 30 de setembro de 2023.

TERCIOTE, R. **Análise da Eficiência de um Sistema Eólico Isolado**. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de Mestrado, 2002.

TOURKOLIAS, C. MIRASGEDIS, S. **Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.15, n.6, p.2876-86, ago. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227421520_Quantification_and_monetization_of_employment_benefits_associated_with_renewable_energy_technologies_in_Greece Acesso em: 15 de julho de 2023.

UFERSA. **Total de Técnicos-Administrativos, Docentes e Discentes por Unidade**. Disponível em: https://sigrh.ufersa.edu.br/sigrh/public/abas/form_consulta_quantitativos.jsf# Acesso em 29 de setembro de 2023.

VALENTINE, S. V. **A STEP toward understanding wind power development policy barriers in advanced economies**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 14, Issue 9, Dezembro 2010. In: <https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v14y2010i9p2796-2807.html> Acesso em: 02 de agosto de 2023.

VALENÇA, R. B. BERNARD, E. **Another blown in the wind: bats and the licensing of wind farms in Brazil**. Natureza & Conservação, v. 13, n. 2, p. 117-122, 2015.

WELCH, J. B. VENKATESWARAN, A. **The dual sustainability of wind energy**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, p. 1121-1126, 2009. In: <https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v13y2009i5p1121-1126.html> Acesso em: 29 de setembro de 2023.