



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DOUTORADO EM GEOGRAFIA

WANDSON DO NASCIMENTO SILVA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO
DOS EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE FONTE
EÓLICA NO ESTADO DA PARAÍBA**

FORTALEZA

2023

WANDSON DO NASCIMENTO SILVA

ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO
DOS EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE FONTE
EÓLICA NO ESTADO DA PARAÍBA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (PPGGeo/UFC), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dra. Adryane Gorayeb.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S584a Silva, Wandson do Nascimento.

Análise dos impactos socioambientais a partir da implantação dos empreendimentos de geração de energia elétrica de fonte eólica no estado da Paraíba / Wandson do Nascimento Silva. – 2023.

138 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Adryane Gorayeb.

1. Energia eólica. 2. Empreendimentos geradores. 3. Impactos ambientais. I. Título.

CDD 910

WANDSON DO NASCIMENTO SILVA

ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO
DOS EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE FONTE
EÓLICA NO ESTADO DA PARAÍBA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (PPGGeo/UFC), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.

Aprovada em: 28/07/2023

Profª. Dra. Adryane Gorayeb (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN)

Prof. Dr. Wallason Farias de Souza
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dedico este trabalho, em especial, à minha mãe, Maria Lúcia, e ao meu pai, Ednilson, por todo apoio em minha trajetória acadêmica. Ademais, dedico aos meus irmãos por acreditarem que tudo é possível quando acreditamos.

AGRADECIMENTOS

Expresso toda minha gratidão a Deus, que me concede, diariamente, força e sabedoria para enfrentar os obstáculos da vida. Grato pela sabedoria concedida para conclusão deste trabalho.

De modo muito especial, agradeço aos meus pais, Maria Lúcia do Nascimento Silva e Ednilson José da Silva, por todo incentivo, apoio e por acreditarem que tudo daria certo. Aos meus irmãos, Wellington, Leidiane e Edmar, obrigado por sempre acreditarem em meus sonhos e por estarem sempre ao meu lado.

Agradeço à minha orientadora, a professora Dra. Adryane Gorayeb, pelo apoio no percurso da realização desta pesquisa, pelos conhecimentos compartilhados e por caminhar comigo até o fim desta etapa acadêmica.

À banca examinadora, composta pelos professores Eduardo Viana, Rodrigo Guimarães, Emanuel Lindemberg e Wallason Farias, agradeço pelo aceite para contribuírem com a melhoria dos resultados apresentados.

Obrigado aos professores do Programa de Pós Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, onde, durante a realização das disciplinas, pude aprender e construir novos olhares acerca da ciência geográfica.

Aos amigos da turma de Doutorado em Geografia (2018), meus agradecimentos pelos momentos compartilhados, pelas conversas nos intervalos e pelas amizades construídas. De forma especial, às amigas Marluce e Fernanda, por cada momento de partilha, trabalhos em grupo e pela boa amizade.

A todos os servidores da UFC, agradeço pelo trabalho e pela atenção. Sem vocês a Universidade não conseguiria cumprir sua função social.

Agradeço aos que fazem parte da Coordenação da Pós-Graduação em Geografia, ao Coordenador e vice-coordenador (a) da Pós-graduação, aos secretários Erandi e Edilene por toda prestatividade no decorrer do curso.

Meus agradecimentos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP – pelo apoio financeiro para a execução do trabalho.

Obrigado a todos os amigos que, de forma direta ou indireta, incentivaram-me a não desistir, que estiveram comigo na caminhada e que me motivaram nesse percurso profissional e acadêmico. A todos, minha gratidão.

“A verdadeira medida de um homem não se vê na forma como se comporta em momentos de conforto e conveniência, mas em como se mantém em tempos de controvérsia e desafio”.

(Marthin Luther King)

RESUMO

Durante o século XX e os primeiros anos do século XXI, o mundo passou por diversas transformações, o que acarretou em uma grande demanda energética por parte da sociedade. Com isso, eclodiu a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias e da implantação de políticas públicas direcionadas à inserção de novas fontes energéticas, particularmente, as de matrizes renováveis. No Brasil, a crise energética vivenciada no início dos anos 2000 impulsionou a implantação e a geração de energias de fontes alternativas, com destaque para a de fonte eólica, a qual integra pouco mais de 13% da geração elétrica nacional (ANEEL, 2023). A região Nordeste se sobressai nesse contexto por sua localização geográfica e por suas condições favoráveis para a geração de energia de fonte eólica, principalmente pela incidência de fortes ventos durante todo o ano. Atualmente, a maior parte da geração de energia eólica está nos estados do Rio Grande do Norte, da Bahia e do Piauí. No entanto, apesar de ser considerada uma fonte limpa, por não poluir a atmosfera com lançamento de gases de efeito estufa, a implantação dos parques eólicos desencadeia sérios impactos socioambientais, tais como: uso inadequado do solo, desmatamento, riscos de choques elétricos e impactos visuais. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos socioambientais decorrentes da implantação dos empreendimentos geradores de energia elétrica de fonte eólica no estado da Paraíba. Para tanto, foi necessária a utilização de uma sequência metodológica com base no método Geoecologia das Paisagens, o que permitiu o desenvolvimento de uma análise integrada da paisagem, compreendendo os aspectos constituintes da dinâmica ambiental. Os resultados mostram que, apesar da energia de fonte eólica se configurar como integrante da matriz renovável e sustentável, a implantação e a operação dos parques desencadeiam severos danos aos ecossistemas naturais, de modo que foi observada a supressão da vegetação nativa em grandes extensões de terras, resultando na perda de biodiversidade; a incidência de mortalidade da fauna; a presença de riscos de acidentes, pela falta de manutenção das cercas de proteção no entorno dos aerogeradores; a remoção de solo e aterramentos com a finalidade de aberturas de estradas, provocando o surgimento de processos erosivos; a poluição sonora gerada pelos ruídos emitidos pelo movimento das pás dos aerogeradores e os impactos visuais que acarretam num desconforto visual quando relacionado à paisagem. Portanto, é imprescindível analisar os impactos ambientais e compreender a necessidade de desenvolvimento econômico, o qual deve ser fundamentado nos princípios da sustentabilidade e no planejamento ambiental.

Palavras-Chave: energia eólica; empreendimentos geradores; impactos ambientais.

ABSTRACT

During the 20th century and the early years of the 21st century, the world underwent various transformations, resulting in a significant energy demand from society. As a result, the need for the development of new technologies and the implementation of public policies focused on the adoption of new energy sources, particularly renewable sources, emerged. In Brazil, the energy crisis experienced in the early 2000s spurred the implementation and generation of alternative energy sources, with a particular emphasis on wind energy, which accounts for just over 13% of the national electricity generation (ANEEL, 2023). The Northeast region stands out in this context due to its geographical location and favorable conditions for wind energy generation, mainly due to the occurrence of strong winds throughout the year. Currently, the majority of wind energy generation is concentrated in the states of Rio Grande do Norte, Bahia, and Piauí. However, despite being considered a clean source of energy that does not pollute the atmosphere with greenhouse gas emissions, the implementation of wind energy projects leads to serious socio-environmental impacts, such as improper land use, deforestation, risks of electrical shocks, and visual impacts. Thus, this study aims to analyze the socio-environmental impacts resulting from the implementation of wind energy projects in the state of Paraíba. To this end, a methodological sequence based on the Geoecology of Landscapes was employed, allowing for an integrated analysis of the landscape, encompassing the constituent aspects of environmental dynamics. The results show that, despite wind energy being part of a renewable and sustainable energy matrix, the implementation and operation of wind farms lead to severe damage to natural ecosystems. The study observed the suppression of native vegetation over large areas of land, resulting in biodiversity loss; mortality of wildlife; risks of accidents due to the lack of maintenance of protective fences around the wind turbines; soil removal and landfills for road construction, leading to the emergence of erosive processes; noise pollution generated by the rotor blades' movement; and visual impacts that cause visual discomfort when it comes to the landscape. Therefore, it is essential to analyze the environmental impacts and understand the need for economic development based on sustainable aspects and environmental planning.

Keywords: wind energy; generating projects; environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Municípios com Parques Eólicos em Operação na Paraíba (Março/2023)	23
Figura 2 –	Municípios com Parques Eólicos em Construção na Paraíba (Março/2023)	27
Figura 3 –	Municípios com Parques Eólicos Obras Não Iniciadas na Paraíba (Março/2023)	34
Figura 4 –	Áreas com Potencial Eólico <i>OnShore</i> na Paraíba	73
Figura 5 –	Alargamento da Rodovia BR-230	84
Figura 6 –	Transporte de Equipamentos	85
Figura 7 –	Comprimento do Caminhão	85
Figura 8 –	Estruturas de Apoio à Construção do Empreendimento	86
Figura 9 –	Supressão da Vegetação e Alteração do Relevo	87
Figura 10 –	Abertura de Estradas em Parques Eólicos na Paraíba (Santa Luzia - 2020)	103
Figura 11 –	Aterramento para Construção de Estradas (Santa Luzia - 2020)	105
Figura 12 –	Calhas de Escoamento de Águas Pluviais - 2023	106
Figura 13 –	Árvores Cortadas	107
Figura 14 –	Áreas para Instalação de Aerogeradores	107
Figura 15 –	Retirada de Formações Rochosas no Rio - 2020	108
Figura 16 –	Passagem Molhada sobre Rio - 2023	109
Figura 17 –	Subestação Elétrica - 2023	110
Figura 18 –	Linhas de Transmissão (Supressão da Vegetação)	111
Figura 19 –	Linhas de Transmissão (Relevo Alterado)	111

Figura 20 –	Localização de Cabos Elétricos - 2023	111
Figura 21 –	Placas de Aviso	112
Figura 22 –	Aerogerador	113
Figura 23 –	Uso e Ocupação do Solo de Mataraca - PB/2023	115
Figura 24 –	Uso e Ocupação do Solo de Junco do Seridó - PB/2023	116
Figura 25 –	Uso e Ocupação do Solo de Santa Luzia - PB/2023	117
Figura 26 –	Uso e Ocupação do Solo de Areia de Baraúnas - PB/2023 .	118
Figura 27 –	Uso e Ocupação do Solo de São José de Sabugi - PB/2023	119
Figura 28 –	Uso e Ocupação do Solo de São Mamede - PB/2023	120

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Matriz Elétrica Brasileira 2020/2023.....	55
Gráfico 2 –	Fases de Operação dos empreendimentos Geradores de Energia Eólica no Brasil.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Quantidade de parques eólicos em operação por municípios no estado da Paraíba.....	24
Quadro 2 –	Quantidade de parques eólicos em construção por municípios no estado da Paraíba.....	26
Quadro 3 –	Quantidade de parques eólicos com obras não iniciadas no estado da Paraíba.....	28
Quadro 4 –	IDHM e PIB Per Capita de Araruna-PB.....	29
Quadro 5 –	IDHM e PIB Per Capita de Riachão-PB.....	29
Quadro 6 –	IDHM e PIB Per Capita de Cacimba de Dentro-PB.....	30
Quadro 7 –	IDHM e PIB Per Capita de Cuité-PB.....	30
Quadro 8 –	IDHM e PIB Per Capita de Damião-PB.....	31
Quadro 9 –	IDHM e PIB Per Capita de Areial-PB.....	31
Quadro 10 –	IDHM e PIB Per Capita de Pocinhos-PB.....	32
Quadro 11 –	IDHM e PIB Per Capita de Esperança-PB.....	32
Quadro 12 –	IDHM e PIB Per Capita de Pedra Lavrada-PB.....	33
Quadro 13 –	IDHM e PIB Per Capita de Nova Palmeira-PB.....	33
Quadro 14 –	Listagem de Ações Impactantes.....	39
Quadro 15 –	Atividades em Campo.....	40
Quadro 16 –	Síntese dos elementos constituintes do ambiente.....	43
Quadro 17 –	Tipos de Licenças Ambientais.....	52

Quadro 18 – Estrutura das Seções do GHE.....	58
Quadro 19 – Políticas de Incentivos Fiscais para Geração de Energia Eólica.....	60
Quadro 20 – Contratos da Primeira Chamada Pública para instalação dos parques eólicos.....	61
Quadro 21 – Parques eólicos no estado da Paraíba (Março/2023).....	70
Quadro 22 – Estimativa do Potencial Eólico na Paraíba.....	72
Quadro 23 – Potencial de Geração Eólica <i>OnShore</i> na Paraíba.....	74
Quadro 24 – Empreendimentos Eólicos em construção na Paraíba-2023....	75
Quadro 25 – Empreendimentos Eólicos com obras não iniciadas na Paraíba-2023.....	76
Quadro 26 – Identificação dos Parques Eólicos em construção-2023.....	82
Quadro 27 – Ações Impactantes em Santa Luzia e Junco do Seridó-2023...	83
Quadro 28 – Ações Impactantes em Mataraca-PB/2020.....	90
Quadro 29 – Impactos Ambientais em Mataraca-PB/2020.....	91
Quadro 30 – Ações Impactantes no Complexo Eólico Chafariz (Em Construção) 2020.....	101
Quadro 31 – Ações Impactantes no complexo Eólico Chafariz (Em Operação) 2023.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Parques Eólicos em Operação no Brasil (Março/2023)	64
Tabela 2 –	Parques Eólicos em Construção no Brasil (Março/2023)	65
Tabela 3 –	Parques Eólicos com Construção não iniciadas no Brasil (Março/2023)	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APA	Área de Proteção Ambiental
ART	Artigo
BR	Brasil
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CNM	Confederação Nacional de Municípios
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CO ₂	Gás Carbônico
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
°C	Graus Celsius
dB	Decibéis
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DS	Desenvolvimento Sustentável
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
GHE	Guia de Habilitação Eólica
GW	Gigawatt
HAB	Habitantes
IA	Impacto Ambiental
IC	Impacto Cumulativo
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
Km ²	Quilômetros Quadrados
KW	Kilowatt
LER	Leilão de Energia de Reserva
LI	Licença de Instalação

LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
M	Metro
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MM	Milímetro
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-hora
M/S	Metro por segundo
Nº	Número
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OIEE	Oferta Interna de Energia Elétrica
ONU	Organização das Nações Unidas
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PB	Paraíba
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PROEÓLICA	Programa Emergencial de Energia Eólica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RN	Rio Grande do Norte
SE	Subestação
SEFAZ	Secretaria de Estado da Fazenda
SIGA	Sistema de Informações de Geração da ANEEL
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
TUST	Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Transmissão
TWh	Terawatt-hora
UEE	Usina de Energia Eólica
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	METODOLOGIA.....	22
2.1	Localização Geográfica dos municípios com Parques Eólicos-PB	22
2.1.1	<i>Parques Eólicos em operação.....</i>	22
2.1.2	<i>Parques Eólicos em construção.....</i>	26
2.1.3	<i>Parques Eólicos com obras não iniciadas.....</i>	28
2.2	Procedimentos Metodológicos.....	35
2.2.1	<i>Levantamento Bibliográfico e Representação Cartográfica.....</i>	35
2.2.2	<i>Observação e Levantamento de dados em campo.....</i>	37
2.3	Referencial Teórico.....	42
2.3.1	<i>Impacto Ambiental, Avaliação Ambiental e Impacto Cumulativo...</i>	42
2.3.2	<i>Licenciamento Ambiental.....</i>	48
2.3.3	<i>Políticas Públicas de Incentivos à Geração de Energia Eólica.....</i>	53
2.3.4	<i>Energia Eólica no Brasil e no estado da Paraíba.....</i>	63
2.3.5	<i>Energia de Fonte Eólica: Considerações acerca dos Impactos Socioambientais.....</i>	77
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	82
3.1	Observação dos impactos nos Parques Eólicos em construção no estado da Paraíba.....	82
3.2	Observação dos impactos nos Parques Eólicos em operação no estado da Paraíba.....	88
3.3	Prognóstico dos possíveis impactos nos municípios com Parques Eólicos em fase de obras não iniciadas.....	121
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127
	REFERÊNCIAS.....	131

1 INTRODUÇÃO

A busca por entendimentos que compreendam a percepção acerca das mudanças ocorridas na esfera socioambiental despertaram, nas últimas décadas do século XX e nas primeiras do século XXI, uma sequência de discussões a respeito dos aspectos que envolvem a problematização da ação do ser humano frente à preservação do meio ambiente. Cunha e Guerra (2003) afirmam que é a partir dos debates ocorridos após a Segunda Guerra Mundial que a humanidade percebe que os recursos naturais são finitos e que, se utilizados de maneira irracional, podem acarretar a extinção da própria espécie.

Vale ressaltar que período supracitado foi marcado pelo início das primeiras articulações voltadas à realização de eventos em escala global, os quais tiveram como objetivo reunir grande parte dos países para discutir os diversos eixos temáticos que convergem para as questões socioambientais e traçar metas que proporcionassem o desenvolvimento sustentável e o desencadeamento de ações mitigadoras no contexto dos problemas já existentes.

Ao passo disso, notáveis eventos, também em nível mundial, aconteceram na sequência, a saber: da primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em 1972, em Estocolmo; a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992; a Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+10), empreendida no ano de 2002, em Johannesburgo; e, em 2012, a Conferência da ONU sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), no Rio de Janeiro.

Como resultado dessas e outras discussões em níveis nacional, regional e local, surgiram consideráveis desafios relacionados à compreensão da capacidade de suporte do meio ambiente, bem como a análise das necessidades sociais. Parte-se dessa premissa a urgência para criação de sociedades mais conscientes e envolvidas com as propostas do Desenvolvimento Sustentável.

Toda essa discussão envolvendo sociedade e meio ambiente, associada à inovação e à disponibilização dos recursos tecnológicos, permitiu que governos e empresas privadas se articulassem em busca de novas alternativas que proporcionassem o suprimento de suas necessidades e da demanda social de forma menos prejudicial ao meio ambiente. Dentre os diversos debates, bem como a demanda crescente no setor energético mundial, é que surge o direcionamento formal,

a partir de políticas públicas, para a inserção de fontes alternativas de energia, principalmente as de fontes renováveis.

No Brasil, a fonte energética hidráulica ainda se configura como a fonte de maior participação na matriz elétrica. Contudo, motivado pela forte demanda de consumo da sociedade, houve um crescimento dos investimentos em fontes alternativas, destacando-se, nesse contexto, a de fonte eólica. Essa implantação é significativa, uma vez que os parques eólicos são recursos colaborativos na geração de energia limpa, pois os ventos são uma fonte natural e inesgotável e, portanto, permitem práticas sustentáveis, de preservação e de conservação ambiental.

A energia eólica é caracterizada pela energia cinética presente nas massas de ar em movimento (ventos), sendo aproveitada a partir da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, por meio da inserção de turbinas eólicas, conhecidas como aerogeradores, permitindo a geração de energia elétrica. Ademais, tal tipo energia pode ser obtida por meio de cataventos e moinhos destinados a trabalhos mecânicos, como o bombeamento de água (ANEEL, 2002).

Ao considerar a realidade apresentada pelo cenário eólico em 2020, o Brasil encontrava-se em 7º lugar no *ranking* mundial de capacidade instalada, o que revela um importante crescimento da atividade no país, visto que em 2012 ocupava o 15º lugar. Essa geração está concentrada nas regiões Nordeste, que apresenta cerca de 80% dos parques geradores e na região Sul, assim como projetos isolados na região Sudeste (ABEEÓLICA, 2020).

Em 2020, o país contabilizou 686 usinas eólicas e um total de 17,75 GW de potência instalada, o que permitiu uma participação da energia eólica de 10,13% da matriz energética brasileira. Foi gerado 57,0 TWh anual, essa geração é capaz de abastecer aproximadamente 28,8 milhões de residências e cerca de 86,4 milhões de habitantes, além de evitar a emissão de 21,2 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera (ABEEÓLICA, 2021).

De acordo com informações apresentadas pelo *Relatório Global Wind Report 2022*, nesse referido ano, o Brasil subiu para 6ª posição no *ranking* mundial em relação à energia de fonte eólica *onshore* (em terra), com uma capacidade instalada de 21,5 gigawatts (GW), atingindo 11% na participação da matriz energética brasileira. Com essa integração, a energia eólica torna-se a segunda fonte de maior participação na matriz energética, ficando atrás apenas da fonte hidráulica (CASA CIVIL, 2022).

Dados disponibilizados pelo relatório do *Global Wind Energy Council* mostram um aumento significativo na geração de energia eólica no Brasil na última década. Em 2011, o Brasil apresentava 1 GW de potência instalada, já em janeiro de 2022, chegou a 21 GW de potência, isso eleva o Brasil à terceira posição em relação ao crescimento mundial, atrás apenas da China e dos Estados Unidos (CASA CIVIL, 2022).

Em maio de 2023, o Brasil contabiliza um total de 1.523 empreendimentos geradores de energia eólica, com capacidade outorgada total de 50.731.388,86 kW. Nesse cenário, mais de mil dessas instalações estão localizadas na região Nordeste, o que torna a região uma exportadora líquida de energia elétrica e com significativo aumento na participação da Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE)¹.

Apesar da energia eólica compor matriz renovável e sua geração não emitir gases de efeito estufa, principalmente CO₂, os processos que envolvem a instalação e a operação dos empreendimentos eólicos não estão isentos de apresentarem danos ambientais e sociais. Essa realidade pode ser analisada a partir da observação e do levantamento de dados realizados nos municípios de Mataraca, São José de Sabugi, Santa Luzia, Areia de Baraúnas, São Mamede e Junco do Seridó, onde estão instalados os parques eólicos em operação da Paraíba, além dos municípios Junco do Seridó e Santa Luzia, que apresentam empreendimentos em fase de construção.

Vale destacar que para análise de impactos dessa categoria, é preciso considerar a singularidade de cada comunidade envolvida, a localização geográfica e seus aspectos socioambientais. Esses impactos são abordados tanto na literatura nacional como também na internacional. Já são de conhecimento dos especialistas vários danos ambientais provenientes da instalação e da operação desses empreendimentos em ambientes litorâneos, cabe citar o desmonte de dunas, o soterramento de lagoas de água doce, o desmatamento e o aterramento de manguezais (MEIRELES, 2011). No entanto, a inserção dessas instalações não geram problemas apenas nas áreas litorâneas, mas também podem ser visualizados em parques localizados no interior.

Do ponto de vista social, estudos identificaram problemas envolvendo comunidades pesqueiras, que perderam territórios de uso tradicional, devido aos processos fraudulentos de aquisição de grandes faixas de terra pelos empreendedores (GORAYEB *et al.*, 2018; BRANNSTROM *et al.*, 2017). No interior,

¹ (ANEEL, 2023).

principalmente nas áreas de serras, a dinâmica na estrutura viária, a abertura de novas estradas e a localização dos aerogeradores, interferem no acesso às comunidades. Dessa forma, os moradores locais precisam fazer longos trajetos para se locomoverem entre a cidade e suas comunidades, ou seja, os empreendimentos se caracterizam como grandes barreiras artificiais.

Além disso, problemas no âmbito econômico também permeiam a implantação desses empreendimentos, como a geração de emprego e de renda, que se concretizam de forma temporária; o crescimento na arrecadação de impostos que ocorre de forma momentânea, o que impossibilita a melhoria da qualidade de vida da população local; e os contratos de arrendamentos de propriedades, que são firmados por longos períodos e por baixos custos, quase configurando a alienação do direito à propriedade para as empresas proprietárias dos parques eólicos (TRALDI, 2019).

Portanto, o objeto de pesquisa foram os empreendimentos de geração de energia elétrica de fonte eólica instalados no estado da Paraíba, a partir do qual o objetivo correspondeu à identificação dos impactos socioambientais provocados pela instalação desses empreendimentos. Justifica-se a relevância da presente tese pelo fato do estado da Paraíba ainda apresentar poucos estudos acerca do tema, com a existência de produções pontuais. Dessa forma, o presente trabalho dialoga com pesquisas relacionadas à temática, desenvolvidas em outros estados brasileiros, assim como em outros países, de modo a alcançar os objetivos propostos.

A pesquisa foi desenvolvida nos seis municípios onde, atualmente, existem parques eólicos em operação e em construção na Paraíba. O primeiro município a ter parques eólicos instalados foi Mataraca, situado na zona litorânea norte do estado, que faz divisa com o estado do Rio Grande do Norte. Existem doze do setor de energia eólica no referido município, com potência total instalada de 62,7 MW. Ademais, os municípios situados no interior do estado que possuíam empreendimentos em funcionamento em março de 2023 são: São José do Sabugi, Santa Luzia, Areia de Baraúnas, Junco do Seridó e São Mamede, os quais contam com um total de vinte empreendimentos em operação, com potência outorgada de 658,18 MW.

Para a realização desta pesquisa foram necessários os seguintes procedimentos: (a) Relacionar a legislação vigente que autoriza e norteia a implantação dos parques eólicos na Paraíba; (b) Caracterizar as áreas onde estão localizados os parques eólicos, abordando seus aspectos físico-naturais; (c) Avaliar dados socioeconômicos referentes aos municípios em que existem atividades de

geração de energia elétrica a partir de fonte eólica na Paraíba; (d) Elaborar produtos cartográficos que localizem os aspectos socioambientais das áreas pesquisadas.

Para compreender a influência dos parques eólicos e seus impactos (positivos e negativos), faz-se pertinente combinar elementos importantes, como as comunidades locais existentes próximas aos empreendimentos, as questões ambientais envolvidas e a competitividade econômica, com as políticas públicas e os investimentos realizados no setor.

Ross (2006) cita o desenvolvimento aportado no planejamento governamental, o qual deve embasar as políticas públicas relacionadas aos planos, programas e projetos que abordam o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Assim, o planejamento territorial ambiental surge como instrumento de preservação ambiental, conservação dos bens naturais e recuperação de áreas degradadas. Para o alcance do objetivo proposto, foi utilizada uma sequência de procedimentos metodológicos, que serão apresentados na seção a seguir.

2 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão abordados os aspectos relacionados à localização geográfica dos parques eólicos situados na Paraíba, os procedimentos metodológicos utilizados e a base teórica mobilizada para realização da pesquisa.

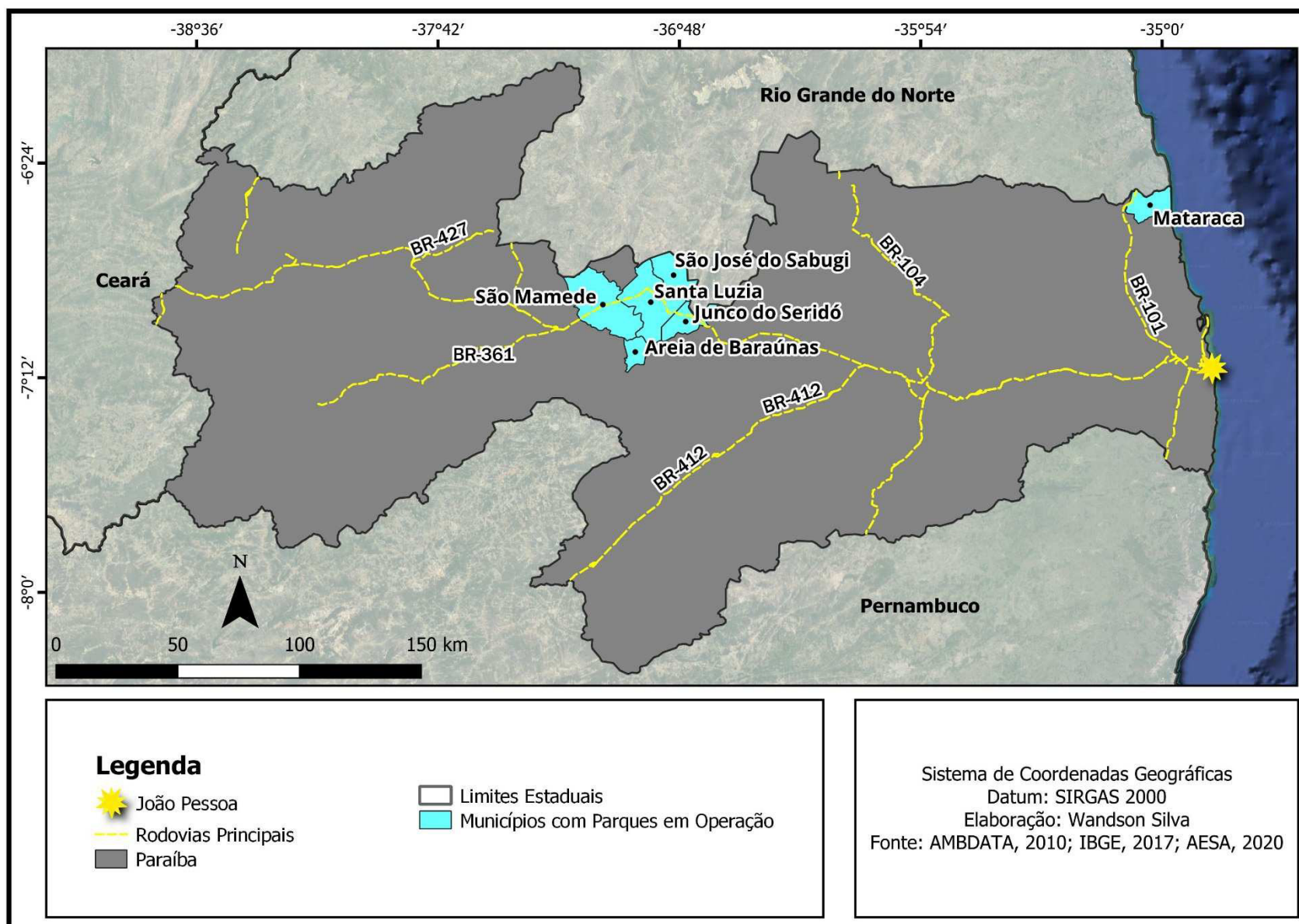
2.1 Localização Geográfica dos Municípios com Parques Eólicos - PB

Esta seção apresenta informações acerca da caracterização geográfica dos municípios que possuem Parques Eólicos em operação, municípios que possuem parques em construção e dos municípios que ainda não possuem obras iniciadas, mas que já se encontram em processo legal de instalação dos parques eólicos na Paraíba.

2.1.1 Parques Eólicos em operação

Tendo como marco temporal o mês de março de 2023, estágio final da realização da presente pesquisa, no estado da Paraíba, seis municípios possuíam parques eólicos em operação, são eles: Mataraca, Santa Luzia, São José do Sabugi, Junco do Seridó, Areia de Baraúnas e São Mamede (Figura 1). Os referidos empreendimentos encontram-se dispostos geograficamente de duas formas, alguns inseridos em sua totalidade dentro do município e outros se apresentam compartilhando territórios de dois ou três municípios, como pode ser observado na Figura 1 e no Quadro 1.

Figura 1 - Municípios com Parques Eólicos em Operação na Paraíba (Março/2023)



Quadro 1 - Quantidade de parques eólicos em operação por municípios no estado da Paraíba

Números de Empreendimentos	Municípios
12	Mataraca
09	Santa Luzia
04	São José do Sabugi
02	Junco do Seridó
02	Santa Luzia – Areia de Baraúnas
01	São José do Sabugi – Santa Luzia
01	Areia de Baraúnas e São Mamede
01	Areia de Baraúnas – Santa Luzia – São Mamede

Fonte: SIGA ANEEL, (2023)

Ao considerar a divisão geográfica realizada pelo IBGE em 2017, o município de Mataraca está situado na Região Geográfica Intermediária de João Pessoa, e na Região Geográfica Imediata de Mamanguape – Rio Tinto, localizado no extremo norte do estado, inserido no bioma Mata Atlântica e no Sistema Costeiro-Marinho. Faz limites ao norte com os municípios de Canguaretama e Baía Formosa, ambos pertencentes ao estado do Rio Grande do Norte; ao Leste, com o oceano Atlântico; ao oeste, com o município de Mamanguape e, ao sul, com os municípios de Rio Tinto e Baía da Traição.

Em 2021, de acordo com o IBGE (2023), apresentava uma população estimada de 8.642 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 182.439 km². No último levantamento do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), realizado em 2010, o município apresentou um IDHM de 0,536, valor bastante satisfatório em relação ao IDHM de 1991 que era 0,277 e de 2000 que era de 0,385 (IBGE, 2023). O acesso à cidade de Mataraca é feito pela rodovia BR-101 e pelas rodovias PB-065, PB-008 e PB-061 (DER, 2021).

O município de Santa Luzia encontra-se localizado na Região Intermediária de Patos e na Região Imediata de Patos, o qual apresenta a Caatinga como bioma predominante. Possuía uma população estimada, em 2021, de 15.470 habitantes e uma área territorial de 440.766 Km². Como limítrofes estão os municípios de São José do Sabugi e Várzea ao Norte, Salgadinho e Passagem ao Sul, Junco do Seridó a Leste e São Mamede a Oeste. Tinha um IDHM de 0,682 em 2010, superior ao de 1991 que

era de 0,417 e o de 2000 que foi 0,524 (IBGE, 2023). O acesso ao município se dá pela BR-230 e pelas rodovias PB-233 e PB-221 (DER, 2021).

Localizado também na Região Intermediária de Patos e na Região Imediata de Patos, e inserido no bioma Caatinga, encontra-se o município de São José do Sabugi. De acordo com dados do IBGE, apresentou uma população estimada em 2021 de 4.153 habitantes, distribuídos em uma área de 213.555 km². O referido município faz limites com os municípios de Santa Luzia e Junco do Seridó, na Paraíba, e com os municípios de Equador, Santana do Seridó e Parelhas, no Rio Grande do Norte. Em 2010, apresentou um IDHM de 0,617, configurando-se como superior aos dados de 1991, de 0,304, e de 2000, que foi de 0,482 (IBGE, 2023). Tem seu principal acesso pela rodovia PB-221 (DER, 2021).

Ademais, o município de Junco do Seridó compõe a malha de municípios geradores de energia eólica na Paraíba. Com uma área territorial de 180.425 km² e uma população estimada em 7.238 habitantes, no ano 2021, está inserido na Região Geográfica Intermediária de Campina Grande e na Região Geográfica Imediata de Campina Grande, inserindo-se na mesorregião da Borborema e no bioma Caatinga, e tem seu acesso rodoviário pela BR-230 (IBGE, 2023).

Em relação aos dados sobre as dimensões de longevidade, educação e renda apresentados pelo IDHM, Junco do Seridó apresentou nítido desenvolvimento nas últimas décadas, o que lhe possibilitou sair da escala muito baixa para a média. Isso pode ser ratificado ao observar os números referentes ao IDH de 1991, que foi de 0,306, passou para 0,432 em 2000 e chegou a 0,617 no ano de 2010 (IBGE, 2023).

O município de Areia de Baraúnas apresenta uma área territorial de 114, 078 Km², situada na Região Intermediária de Patos e na Região Imediata de Patos, localizado, portanto, na mesorregião do Sertão paraibano, tendo como bioma predominante a Caatinga. O referido município faz limite ao Norte com os municípios de Santa Luzia e São Mamede, ao Sul com Taperoá e Cacimbas, a Leste com Salgadinho e a Oeste com Passagem e Quixaba (IBGE, 2023).

Ainda de acordo com o IBGE (2023), a população estimada em 2021 foi de 2.105 habitantes. Ao considerar o IDH do município é perceptível a evolução dos dados nas últimas décadas, uma vez que, em 1991, apresentava 0,188, passou para 0,385, no ano de 2000, e, em 2010, chegou a 0,562, no entanto, ainda apresenta um IDH baixo. Areia de Baraúnas possui acesso rodoviário pela rodovia PB-228 (DER, 2021).

São Mamede, município paraibano com uma área territorial de 533,446 km², está localizado na Região Geográfica Intermediária de Patos e na Região Imediata de Patos, inserido na mesorregião da Borborema e apresenta bioma Caatinga (IBGE, 2023). Faz limite ao norte com o município de Ipueira pertencente ao estado do Rio Grande do Norte, ao sul com Quixaba, Passagem e Areia de Baraúnas, a leste com Santa Luzia e Várzea e a oeste com São José de Espinharas e Patos.

No ano de 2021, contabilizava, de acordo com dados estimados pelo IBGE, uma população de 7.682 habitantes. Os Índices de Desenvolvimento Humano do Município apresentaram considerável crescimento nas décadas pesquisadas, de modo a se interpretar que em 1991 era de apenas 0,348, já em 2000, de 0,489, portanto, considerado muito baixo. Já em 2010, esse número subiu para 0,641, o que elevou o IDH do município para uma escala média. O acesso ao município se dá pelas rodovias BR-230 e pela PB-251 (DER, 2021).

2.1.2 Parques Eólicos em construção

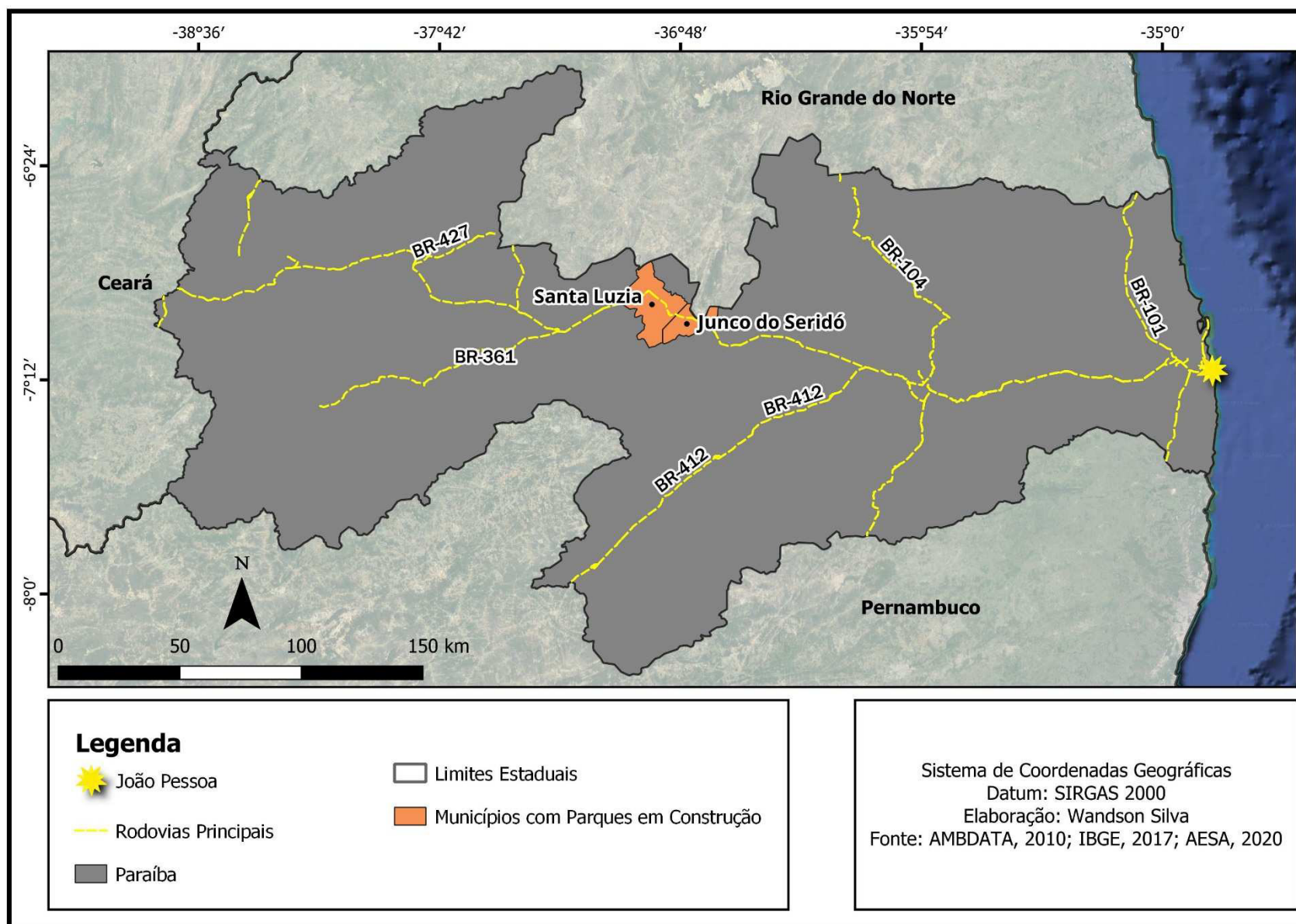
Em fase de construção, o estado da Paraíba apresenta um total de 07 parques eólicos distribuídos em dois municípios, a saber: Junco do Seridó e Santa Luzia, os quais apresentam suas informações geográficas no subtópico anterior (2.1.1) e representados graficamente na Figura 2, bem como o Quadro 2 apresenta, detalhadamente, a distribuição do número de empreendimentos por municípios.

Quadro 2 - Quantidade de parques eólicos em construção por municípios no estado da Paraíba

Números de Empreendimentos	Municípios
05	Junco do Seridó
02	Santa Luzia

Fonte: SIGA ANEEL, (2023)

Figura 2 - Municípios com Parques Eólicos em Construção na Paraíba (Março/2023)



2.1.3 Parques Eólicos com obras não iniciadas

Com a expansão da geração de eletricidade por fonte eólica, o estado da Paraíba apresenta um total de 43 novos parques eólicos que ainda não estão em fase de construção, porém, as obras devem ser iniciadas em um curto espaço de tempo. Esses novos parques estarão dispostos geograficamente em territórios de onze municípios, são eles: Junco do Seridó, Araruna, Riachão, Cacimba de Dentro, Cuité, Damião, Areial, Pocinhos, Esperança, Pedra Lavrada e Nova Palmeira. Alguns destes parques estarão localizados em áreas de abrangência de dois ou três municípios, como explicitado, a seguir, no Quadro 3.

Quadro 3 - Quantidade de parques eólicos com obras não iniciadas no estado da Paraíba

Números de Empreendimentos	Municípios
11	Pedra Lavrada
11	Nova Palmeira
05	Damião
03	Pocinhos
03	Junco do Seridó
03	Araruna - Riachão
02	Araruna – Cacimba de Dentro – Cuité
01	Araruna
01	Esperança
01	Areial
01	Araruna – Cacimba de Dentro
01	Nova Palmeira – Pedra Lavrada

Fonte: SIGA ANEEL, (2023)

O município de Junco do Seridó apresenta, atualmente, parques eólicos nos três estágios, em operação, obras iniciadas e obras não iniciadas, configurando-se como o único município do estado a apresentar as três fases supracitadas. Sua caracterização geográfica está apresentada no primeiro subtópico desta seção (2.1.1).

Araruna apresenta uma população estimada de 20.610 (2021), distribuída em uma área territorial de 246.717 km². O seu bioma predominante é a Caatinga e está situada na Região Intermediária de João Pessoa e na Região Imediata de Guarabira.

As principais rodovias de acesso a Araruna são a PB 111 e a PB 125 (DER, 2023). De acordo com o último levantamento realizado pelo IBGE em 2010, o referido município apresenta um IDHM 0,567, considerado, portanto, um IDHM médio (IBGE, 2023). Na sequência, o Quadro 4 considera as informações relacionadas aos anos anteriores e registra os dados do IDHM do referido município e a evolução do Produto Interno Bruto (PIB) per capita.

Quadro 4 - IDHM e PIB Per Capita de Araruna-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,267	0,381	0,567
PIB Per Capita R\$		
2010	2015	2020
4.566,39	7.002,66	9.067,14

Fonte: IBGE (2023).

Outro município que será contemplado com empreendimentos geradores de energia de fonte eólica é Riachão, o qual apresentou em 2021, uma população estimada em 3.650 pessoas, distribuída em uma área territorial de 85.291 km² e se encontra localizado na Região Intermediária de João Pessoa e na Região Imediata de Guarabira, com bioma Caatinga (IBGE, 2023). Seu IDHM em 2010 foi de 0,574, e sua evolução pode ser observada a partir do Quadro 5, como também se apresenta o desenvolvimento do PIB per capita.

Quadro 5 - IDHM e PIB Per Capita de Riachão-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,237	0,362	0,574
PIB Per Capita R\$		
2010	2015	2020
4.821,64	7.495,45	9.317,27

Fonte: IBGE (2023).

Cacimba de Dentro, com uma população estimada em 2021 de 17.169 pessoas e uma área territorial de 165,072 km², também é um futuro município produtor de energia de fonte eólica na Paraíba. Seu território está inserido na Região Intermediária

de João Pessoa e na Região Imediata de Guarabira, apresentando como bioma predominante a Caatinga e tem seu acesso rodoviário pela PB-111 (DER, 2023). Em relação ao IDHM e ao PIB per capita, o Quadro 06 apresenta as devidas informações a partir de uma série temporal disponibilizada pelo IBGE.

Quadro 6 - IDHM e PIB Per Capita de Cacimba de Dentro-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,236	0,372	0,564
PIB Per Capita R\$		
2010	2015	2020
4.238,43	6.181,57	8.219,58

Fonte: IBGE (2023).

O município de Cuité apresenta uma área de 733,818 km² e uma população estimada no ano de 2021 de 20.331 pessoas. Seu bioma é a Caatinga e está localizado na Região Intermediária de Campina Grande e na Região Imediata de Cuité – Nova Floresta. Tem como rodovias de acesso a PB-135 e a BR 104 (IBGE, 2023; DER, 2023). Sobre o IDHM e sua participação no PIB per capita, foi elaborado o Quadro 7.

Quadro 7 - IDHM e PIB Per Capita de Cuité-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,277	0,432	0,591
PIB Per Capita		
2010	2015	2020
4.961,10	8.143,86	10.590,84

Fonte: IBGE (2023).

Damião, município localizado na Região Intermediária de Campina Grande e Região Imediata de Cuité - Nova Floresta, apresentou uma população estimada em 5.409 pessoas no ano de 2021, distribuídas em uma área territorial de 186,198 km². O bioma característico é a Caatinga e tem a rodovia PB-133 como principal via de acesso (IBGE, 2023; DER, 2023). Seu IDHM apresentou considerável crescimento,

como pode ser analisado no Quadro 8, bem como apresentou desenvolvimento no PIB Per Capita na última década pesquisada.

Quadro 8 - IDHM e PIB Per Capita de Damião-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,150	0,295	0,521
PIB Per Capita		
2010	2015	2020
4.247,87	6.757,43	8.610,92

Fonte: IBGE (2023).

Areial está localizado na Região Intermediária de Campina Grande e na região Imediata de Campina Grande, apresenta bioma Caatinga e uma população estimada, em 2021, de 7.054 pessoas, distribuídas numa área de 35,810 km². O referido município tem acesso pela rodovia estadual PB-121 (DER, 2023). Em 2010, seu IDHM foi considerado desenvolvimento médio, seu crescimento nos últimos anos pode ser verificado no Quadro 9, assim como o PIB Per Capita (IBGE, 2023).

Quadro 9 - IDHM e PIB Per Capita de Areial-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,338	0,448	0,608
PIB Per Capita		
2010	2015	2020
4.093,40	7.286,46	8.610,92

Fonte: IBGE (2023).

Pocinhos também se encontra localizado na Região Intermediária de Campina Grande e na Região Imediata de Campina Grande. O bioma predominante é a Caatinga, distribuída em uma área territorial de 623,967 km². De acordo com dados do IBGE (2023), o município apresentou, em 2021, uma estimativa populacional de 18.848 pessoas. A principal via de acesso corresponde à rodovia PB-121 (DER, 2023). Além disso, conforme o IBGE, em 2010, o IDH do município foi considerado médio, como pode ser observado no Quadro 10. O PIB per capita também apresentou crescimento nos últimos anos.

Quadro 10 - IDHM e PIB Per Capita de Pocinhos-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,318	0,426	0,591
PIB Per Capita		
2010	2015	2020
6.751,50	11.396,03	14.509,96

Fonte: IBGE (2023).

O município de Esperança compõe a Região Intermediária de Campina Grande e Região Imediata de Campina Grande, com uma população estimada, em 2021, de 33.386 habitantes e uma área territorial de 157,851 km². Assim como os demais municípios localizados nessa região, apresenta a Caatinga como bioma característico (IBGE, 2023). O município tem duas vias importantes de acesso, a BR-104 e a rodovia PB-121 (DER, 2023). Do ponto de vista do Desenvolvimento humano e econômico, o Quadro 11 apresenta os dados do IDHM e do PIB Per Capita.

Quadro 11 - IDHM e PIB Per Capita de Esperança-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,350	0,474	0,623
PIB Per Capita		
2010	2015	2020
7.359,88	11.353,82	14.065,37

Fonte: IBGE (2023).

Pedra Lavrada está inserido no contexto dos municípios que terão empreendimentos geradores de energia de fonte eólica. Em 2021, teve uma população estimada em 7.954 habitantes, apresenta uma área de 335,615 km². Em termos territoriais, está inserido na Região Intermediária de Campina Grande e na Região Imediata de Cuité - Nova Floresta (IBGE, 2023). O principal acesso se dá pela rodovia PB-177 (DER, 2023). O PIB Per Capita e os dados do IDHM serão apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 - IDHM e PIB Per Capita de Pedra Lavrada-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,266	0,402	0,574
PIB Per Capita		
2010	2015	2020
5.689,40	8.560,51	9.360,60

Fonte: IBGE (2023).

Por fim, o município de Nova Palmeira, apresentou uma população estimada, em 2021, em 5.011 habitantes, uma área territorial de 314,748 km² e um IDHM classificado como médio em 2010, como pode ser observado no Quadro 13. Seu bioma predominante é a Caatinga e o município localiza-se geograficamente na Região Intermediária de Campina Grande e na Região Imediata de Cuité - Nova Floresta (IBGE, 2023). O principal acesso ocorre pela rodovia PB-177 (DER, 2023).

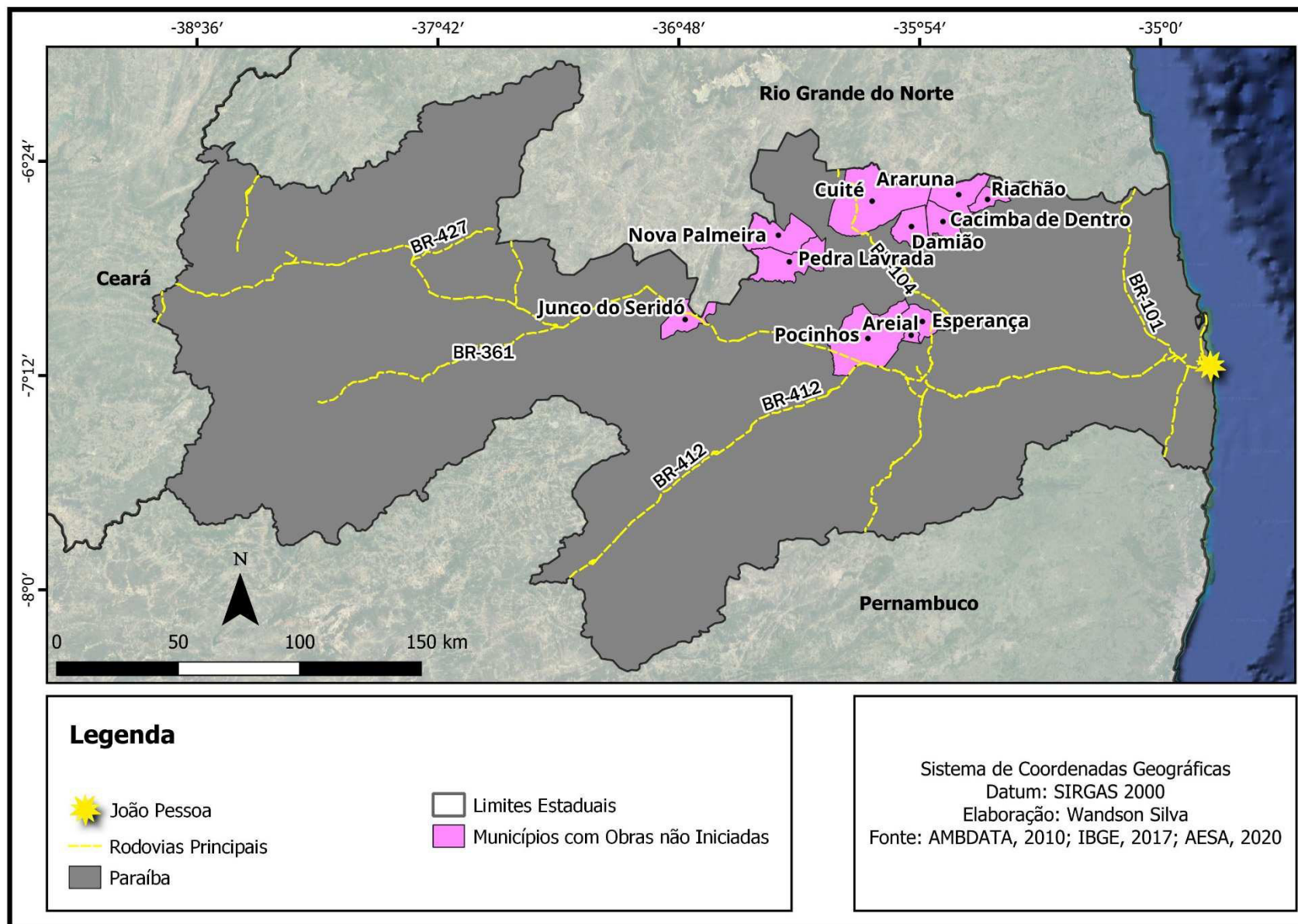
Quadro 13 - IDHM e PIB Per Capita de Nova Palmeira-PB

IDHM		
1991	2000	2010
0,291	0,425	0,595
PIB Per Capita		
2010	2015	2020
4.865,36	7.653,22	8.544,05

Fonte: IBGE (2023).

Ao considerar os dados do IDHM dos referidos municípios, numa linha temporal entre os anos 1991 e 2010, todos os municípios saíram do IDH baixo para o IDH médio. Em relação ao PIB Per Capita, todos apresentaram aumento, considerando os anos de 2010, 2015 e 2020. A seguir, a Figura 3 apresenta a localização dos municípios com parques eólicos, em fase de obras não iniciadas.

Figura 3 - Municípios com Parques Eólicos Obras Não Iniciadas na Paraíba (Março/2023)



2.2 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados na presente pesquisa tiveram como finalidade o alcance dos objetivos propostos; para tanto, foram sistematizados em etapas. A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico, em um segundo momento, foram elaborados os produtos cartográficos e, por fim, as observações em campo e a obtenção de dados primários.

2.2.1 Levantamento Bibliográfico e Representação Cartográfica

Caracterizado como primeira etapa no processo de construção de pesquisas, o levantamento bibliográfico teve como finalidade a compreensão de conceitos relevantes que fundamentaram as discussões acerca do tema pesquisado. Nessa etapa, foi empregada uma metodologia predominantemente analítica, partindo do levantamento e sistematização de informações secundárias.

Ao passo disso, foram realizados levantamentos e leituras de diversas bibliografias, relatórios técnicos, pesquisas acadêmicas, planos e legislações oficiais. Todo esse material foi obtido em sites oficiais dos governos, tanto federal quanto estadual, bancos de dados acadêmicos e instituições de pesquisas nacionais e internacionais, tais como: ICMBio, IBGE, Aneel, Eletrobrás, Ministério do Meio Ambiente e Governo da Paraíba.

Esse levantamento técnico-científico e documental teve como objetivo o agrupamento de informações relacionadas às especificações e à delimitação do tema da pesquisa. A principal questão deste estudo envolveu a indagação sobre como a implantação dos empreendimentos geradores de energia eólica no estado da Paraíba provocou/provoca alterações na dinâmica socioambiental, bem como os impactos relacionados às comunidades locais.

Com base nesses levantamentos, buscou-se responder a pergunta de partida da tese: Quais as possíveis consequências (impactos) em relação aos aspectos sociais e ambientais decorrentes da implantação dos parques eólicos, de modo a envolver os processos de construção, operação e perspectivas para o futuro? A partir desse questionamento, as seguintes hipóteses levantadas: (1) a produção de energia eólica na Paraíba segue modelos nacionais, pautada na competitividade econômica; (2) a geração torna-se mais viável pela localização geográfica e abundância de ventos fortes durante o ano; (3) novos investimentos na produção de energia eólica na

Paraíba vêm acontecendo motivado pela legislação estadual; (4) a implantação de empreendimentos produtores de energia eólica acarreta sérios danos ambientais e sociais. De posse desse material, tornou-se possível o entendimento sistematizado do tema em questão.

Ao desenvolver pesquisas cujas temáticas caracterizam-se pelos estudos socioambientais, torna-se importante apresentar aspectos relevantes da pesquisa através da representação cartográfica. Dessa forma, a presente pesquisa utilizou alguns recursos no processo de elaboração dos produtos cartográficos apresentados anteriormente, como pode ser percebido pela sequência apresentada.

No primeiro momento, associado ao procedimento de levantamento de informações acerca do tema, delimitou-se o objeto de estudo e foram selecionados os principais aspectos que deveriam ser cartografados. O ponto de partida foi produzir os mapas de localização geográfica dos municípios que possuem parques eólicos em funcionamento, como também os que apresentam parques com obras em andamento e os que contêm parques em fase de obras não iniciadas.

Após realizar a referida caracterização, fez-se necessário elencar os aspectos físico-naturais dos municípios que apresentam parques operando, assim como os que irão desenvolver as atividades em um curto espaço de tempo. Ao analisar os dados obtidos, juntamente com os mapeamentos realizados, é possível compreender os processos que envolvem o uso e a ocupação do território, tanto do ponto de vista ambiental quanto do social.

A elaboração dos produtos cartográficos se deu a partir de informações (*shapefiles*) obtidas em bancos de dados, disponibilizados em sites de instituições públicas, a exemplo do IBGE (<https://www.ibge.gov.br/>), AMBDATA (<http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/>), AESA (<http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-sig/>) e MAPBIOMAS (<https://mapbiomas.org/>). Além dos dados, foi fundamental o uso da ferramenta (*software*) Quantum Gis (QGIS), o qual foi utilizado em sua versão 3.16.11-Hannover para o devido tratamento das informações e, posteriormente, para elaboração dos produtos finais.

Os dados relacionados aos mapas de uso e ocupação do solo dos municípios que possuem empreendimentos eólicos em operação foram extraídos do site MapBiomas, utilizando a coleção atualizada (7.1), tendo a classificação a partir dos mosaicos Landsat.

2.2.2 Observação e levantamento de dados em campo

De posse de todos os dados levantados nas etapas de levantamento bibliográfico e na fase de elaboração das representações cartográficas, o trabalho de campo apresenta-se como etapa verificadora e como fonte de dados primários. Dessa forma, essa etapa teve como objetivos a observação em campo do objeto de pesquisa e a obtenção de registros fotográficos para caracterização da atividade e a identificação *in loco* dos impactos socioambientais. Além disso, nessa etapa, o levantamento dos dados primários foi relacionado aos impactos ambientais, através da metodologia empregada.

As primeiras observações diretas ocorreram na zona costeira, mais precisamente, no município de Mataraca (2020), onde existem doze empreendimentos em funcionamento. Observar o funcionamento, a dinâmica e os fluxos que movimentam a localidade permitiu compreender como os parques eólicos têm atuado. Além das observações, foi possível realizar uma sequência de registros fotográficos a partir de câmera fotográfica, como também foi possível fazer registros aéreos a partir de drone. Esses registros tornam-se importantes instrumentos comprovativos e de relevância para análise dos elementos dispostos na paisagem capturada.

As observações seguiram, posteriormente, no complexo eólico situado no interior do estado, nos municípios de Santa Luzia, Junco do Seridó, São José do Sabugi, São Mamede e Areia de Baraúnas. Nessa área, ocorreram dois momentos de observações, primeiramente, de empreendimentos em construção (2020) e, posteriormente, de empreendimentos já em operação (2023). No cenário apresentado, verificou-se alterações que ocorrem tanto na paisagem quanto na dinâmica natural do meio ambiente na fase de instalação e de operação dos empreendimentos geradores.

As principais ações observadas em campo foram: transporte de equipamentos, máquinas trabalhando, inserção dos aerogeradores, aberturas de estradas, remoção de solo e supressão da vegetação. Esses elementos são fundamentais para caracterização da implantação de um parque eólico. Ainda foram realizadas observações nos empreendimentos em construção (2023), localizados nos municípios de Santa Luzia e Junco do Seridó.

A metodologia selecionada para avaliação dos impactos ambientais nas áreas pesquisadas vai ao encontro do entendimento exposto por Sánchez (2008), no qual foi adotado o modelo de listagem por meio de *Check-List* para sequenciar os impactos observados nos empreendimentos em operação e nos empreendimentos em construção localizados na Paraíba. Com isso, foi possível observar uma sequência de ações relacionadas ao processo de instalação dos empreendimentos, o que possibilitou elencar prováveis benefícios e danos ambientais resultantes da transformação do espaço.

De acordo com Sánchez (2008), as listagens de verificação (*Check-Lists*) apresentam-se como instrumentos fáceis de serem utilizados e que podem ser formulados de diferentes tipos. Assim, podem abordar os impactos mais comuns relacionados a certos empreendimentos. Nesse sentido, podem trazer informações indicativas de elementos ou fatores ambientais potencialmente afetados por determinado empreendimento. De forma geral, as listagens apresentam itens selecionados em relação às características socioeconômicas, ao uso do solo e dos ecossistemas.

Ao passo disso, foram eleitas vinte e duas ações relacionadas aos possíveis impactos ambientais, as quais foram observadas a partir de cinco atributos, sendo eles: Escala, Temporalidade, Condição, Importância e Ordem. Ao se observar em campo as alterações na paisagem em decorrência das obras de implantação dos parques eólicos, verificou-se a possibilidade de relacionar a causa ao efeito.

As ações elencadas como possíveis impactos foram escolhidas a partir de leituras realizadas tendo como base a literatura existente acerca de impactos socioambientais relacionados a empreendimentos de geração de energia de fonte eólica no Brasil. Isso posto, ao unir as observações e a confirmação dos impactos por meio do levantamento listado no *Check-List* simples, configura-se tal pesquisa enquanto um estudo de cunho qualitativo. Na sequência, o Quadro 14 apresenta as informações levantadas e observadas em campo.

Quadro 14 - Listagem de Ações Impactantes

Listagem de Impactos Ambientais nos Empreendimentos Geradores de Energia Eólica					
CHECK - LIST					
MUNICÍPIO:					
FASE	Em Construção () Em Operação ()				
AÇÕES IMPACTANTES	Escala	Temporalidade	Condição	Importância	Ordem
- Uso e ocupação do solo					
- Deslocamento da fauna					
- Supressão da vegetação					
- Focos de erosão					
- Abertura de estradas					
- Aumento do fluxo de veículos					
- Alteração do fluxo hídrico					
- Alterações do solo					
- Alteração do relevo					
- Aterramento					
- Alteração em áreas Dunares					
- Emissão de gases					
- Emissão de ruídos					
- Desconforto visual					
- Alteração na paisagem					
- Geração de resíduos sólidos					
- Riscos de acidentes					
- Presença de agricultura					
- Alteração dos ecossistemas					
- Geração de empregos					
- Ações mitigadoras					
- Ações compensatórias					
LEGENDA					
Conceituação dos Atributos.	Escala: Local (L); Regional (R).				
	Temporalidade: Temporário (T); Permanente (P).				
	Condição: Reversível (R); Irreversível (I).				
	Importância: Significativo (S); Moderado (M).				
	Ordem: Direta (D); Indireta (I).				
Não se Aplica: (N/A).					

Fonte: Organizado pelo Autor.

Esse levantamento foi desenvolvido nos empreendimentos em construção e em operação no estado da Paraíba. Dessa forma, a seguir, apresenta-se o Quadro 15 com as atividades realizadas em campo.

Quadro 15 - Atividades em Campo

OBJETIVOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	DATA DE REALIZAÇÃO
- Fazer reconhecimento dos Parques Eólicos situados no município de Mataraca-PB. - Realizar levantamentos dos possíveis impactos ambientais.	- Observação do funcionamento dos parques eólicos. - Identificação dos parques eólicos. - Levantamento dos Impactos Ambientais (<i>Check-List</i>). - Registros fotográficos.	01/03/2020 Município: Mataraca
- Observar o processo de construção do Complexo Eólico situado nos municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Junco do Seridó e Areia de Baraúnas. - Identificar os impactos ambientais durante a instalação do Complexo Eólico.	- Observação dos procedimentos de construção dos parques eólicos. - Levantamento de infraestrutura e possíveis Impactos Ambientais (<i>Check-List</i>). - Registros fotográficos.	08/04/2020 Município: Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Junco do Seridó e Areia de Baraúnas

- Observar o funcionamento e impactos provenientes da operação dos parques eólicos que entraram em funcionamento nos municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Junco do Seridó e Areia de Baraúnas. - Observar a construção do novo complexo eólico localizado nos municípios de Santa Luzia e Junco do Seridó.	- Observação do funcionamento do complexo eólico. - Caracterização dos impactos observados (<i>Check-List</i>). - Conversas informais com moradores locais. - Registros fotográficos.	10/01/2023 Município: Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Junco do Seridó e Areia de Baraúnas
---	--	--

Fonte: Dados da Pesquisa.

2.3 Referencial Teórico

O presente capítulo apresenta um levantamento acerca dos conceitos, das legislações, dos impactos socioambientais e dos dados sobre a produção da energia eólica, tanto em nível nacional quanto local. Assim, foi possível compreender os instrumentos associados ao processo de instalação e a operação dos parques produtores, a partir do licenciamento ambiental e das legislações vigentes, o que possibilitou a análise dos impactos socioambientais.

2.3.1 Impacto Ambiental, Avaliação Ambiental e Impacto Cumulativo

Desenvolver estudos ambientais exige do pesquisador a elaboração articulada de um arcabouço conceitual que contemple informações, definições e conceitos que colaborem para o entendimento do tema abordado. Ao se trabalhar com os impactos provenientes da implantação de projetos produtores de energia elétrica de fonte eólica, faz-se necessária a compreensão do conceito de Impacto Ambiental (IA) e o entendimento sobre Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

No que tange à abordagem desses temas nos estudos socioambientais, torna-se fundamental partir da visão geral de ambiente, observando-o como cenário no qual acontecem transformações e que se caracteriza como objeto do planejamento e da gestão ambiental. Sánchez (2008) compreende o “ambiente” como um conceito amplo, multifacetado e maleável, visto que sua amplitude se dá pelo fato de poder incluir tanto a natureza quanto a sociedade. Pode ser multifacetado, por meio da apreensão sob diversas perspectivas e maleável porque, ao se apresentar como amplo e multifacetado, ele pode ser reduzido ou ampliado, a depender da necessidade do observador, como também dos interesses envolvidos.

Analisar o meio ambiente pode ser um exercício complexo, uma vez que são diversas as contribuições apresentadas por ciências distintas. É importante compreender que existem consensos, e que os estudos relacionados à questão ambiental, geralmente, partem da divisão de três grupos: meio físico, meio biótico e meio antrópico, como pode ser observado no Quadro 16.

Quadro 16 - Síntese dos elementos constituintes do ambiente

	AMBIENTE		
	Meio Físico	Meio Biótico	Meio Antrópico
Esferas da Terra	Litosfera Atmosfera Hidrosfera Pedosfera	Biosfera	Antroposfera
Elementos ou Componentes do Meio	Litologia Solos Relevo Ar Águas	Fauna Flora Ecossistemas	Economia Sociedade Cultura

Fonte: Adaptado de Sánchez (2008).

Os elementos apresentam-se inter-relacionados, o meio físico se relaciona diretamente com o meio biótico, os quais também se relacionam com o meio antrópico. É a partir disso que se torna imprescindível estudar de forma sistêmica os elementos constituintes do meio ambiente, de forma a correlacionar com os possíveis impactos gerados pela ação do ser humano, seja do ponto de vista ambiental, como também dos impactos sociais.

Entender o impacto como uma alteração ambiental ou social esbarra no direito constitucionalmente instituído pela Carta Magna brasileira, em seu Art. 225, na qual está estabelecido que todo cidadão possui direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, caracterizando-se como bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida do povo. Impõe-se, assim, ao poder público e à coletividade, o dever de defender e preservar o meio ambiente, tanto para as gerações presentes quanto para as futuras (BRASIL, 1998).

Nesse sentido, pensar de forma sustentável implica conhecer os impactos e os possíveis danos ambientais, a fim de se buscar o equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação da qualidade ambiental. Ao passo disso, a Constituição Federal (1988) incumbe ao poder público assegurar a efetividade do direito de:

I–preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; II–preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; III–definir, em

todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; IV—exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; V—controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente; VI—promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente; VII—proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade (BRASIL, 1988).

No contexto que envolve o conceito de Impacto Ambiental, são disseminadas na literatura variadas definições, contudo, é importante ressaltar que o trabalho ora apresentado não busca realizar um levantamento extenso acerca das diversas definições, mas sim pontuar aspectos que colaboram para a sistematização da problemática envolvendo o objeto de pesquisa.

Em se tratando do tema Impacto Ambiental, relacionando-o a qualquer ação humana ou a determinados empreendimentos, a primeira impressão é que o referido impacto é algo nocivo e irreversível. Vale destacar que o impacto não se restringe apenas a uma perspectiva negativa, é possível que determinados impactos provoquem benefícios tanto ao meio ambiente quanto à sociedade.

Em algumas pesquisas desenvolvidas, principalmente no campo ambiental ou socioambiental, o termo é compreendido como resultado das mudanças desenvolvidas em determinados espaços a partir da ação social e que acarreta sérios danos. Ao partir desse entendimento, a Resolução CONAMA nº 01/1986 define Impacto Ambiental como sendo:

Art. 1º. [...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais (RESOLUÇÃO CONAMA nº 01, 1986, p. 636).

De acordo com Coelho (2010), Impacto Ambiental corresponde ao processo caracterizado por mudanças sociais e ecológicas, ocasionadas por alguma perturbação (ex: uma nova ocupação, construção de uma usina, uma estrada ou uma indústria) no meio ambiente, a partir da dialética entre sociedade e a natureza, a qual

se transforma diferencial e dinamicamente. Portanto, os impactos ambientais ocorrem num determinado tempo e de forma singular.

Diante disso, é imprescindível discutir impactos ambientais associando espaço, tempo e ação humana. A partir do entendimento da articulação desses três elementos é que se compreende o processo. Assim, torna-se importante identificar os motivos causadores do impacto, os autores envolvidos no processo, o período histórico do fato e se os resultados são positivos ou negativos. Ainda conforme Coelho (2010):

O impacto ambiental não é, obviamente, só resultado (de uma determinada ação realizada sobre o ambiente): é relação (de mudanças sociais e ecológicas em movimento). Se impacto ambiental é, portanto, movimento o tempo todo, ao fixar impacto ambiental ou ao retratá-lo em suas pesquisas o cientista está analisando um estágio do movimento que continua. Sua pesquisa tem, acima de tudo, a importância de um registro histórico, essencial ao conhecimento do conjunto de um processo, que não finaliza, mas se direciona, com as ações mitigadoras (COELHO, 2010, p. 25).

Em decorrência de um determinado impacto provocado no meio ambiente ou na sociedade, pode surgir o dano ambiental. Oliveira (1995) considera o dano ambiental como sendo qualquer lesão ao meio ambiente, provocada por ação humana, seja ela constituída em pessoa física ou pessoa jurídica, de direito público ou privado, assim, o dano ambiental pode ser considerado como gerador da degradação da qualidade ambiental.

Araújo (2010) corrobora apontando que o termo “Dano Ambiental” não possui uma definição do ponto de vista legal, ou seja, não existe uma definição explícita na legislação ambiental brasileira, porém, implicitamente, encontra-se na conjugação dos conceitos de degradação da qualidade ambiental e poluição, os quais são mencionados no Art. 3º, incisos II e III da PNMA (Lei nº 6938/81). Pode-se destacar também a correlação entre os incisos IV e V, que tratam dos conceitos de poluidor e de recursos ambientais, como apresentados a seguir.

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente; III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos; IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental; V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial,

o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora (BRASIL, 1981).

Portanto, realizar estudos voltados para os impactos ambientais requer uma análise do processo em uma determinada temporalidade e seus respectivos efeitos. Sendo assim, surge a importância da inserção de instrumentos norteadores, que possibilitem a sistematização de informações referentes aos tipos de impactos. Para tanto, um instrumento que se apresenta capaz de responder determinadas perguntas é a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). No Brasil, a Avaliação de Impactos Ambientais é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, em seu art. nº 9, inciso III, instituído pela Lei nº 6938/81.

Em um processo que envolve a Avaliação Ambiental, e, em especial, quando os aspectos analisados são os impactos socioambientais, a decisão final é uma questão que precisa ser bem avaliada. No caso brasileiro, a tomada de decisão para a implantação de um determinado empreendimento gerador de energia elétrica de fonte eólica é constituído por um processo que perpassa pelas normas contidas na legislação, estudos de impactos ambientais e, posteriormente, a liberação para o funcionamento.

Joseph, Gunton e Rutherford (2015) tratam de uma questão importante, referindo-os sobre quem deve tomar as decisões finais num processo de Avaliação Ambiental. Além disso, consideram que é necessário garantir que o referido processo seja democraticamente responsável, que seja garantido que os tomadores de decisão tenham larga experiência na área e sejam imparciais.

Apoiados em pesquisas realizadas, Joseph, Gunton e Rutherford (2015) resgatam o entendimento de que, para se ter processos eficazes de Avaliação Ambiental, algumas estratégias precisam ser adotadas com o intuito de gerenciar os possíveis riscos decorrentes da implantação de grandes projetos. Essencialmente, os projetos precisam: identificar as fontes de incertezas; descrever e analisar os riscos; implantar e desenvolver formas de minimizar os riscos; realizar monitoramento acerca da eficácia dos processos mitigadores e garantir que os proponentes possam realizar ajustes em relação aos procedimentos e às atividades, caso os resultados referentes aos monitoramentos sejam negativos.

Ao longo do tempo e do desenvolvimento de pesquisas no campo socioambiental, tem-se observado processos gerados a partir da combinação de

várias ações humanas, especificamente, sobre o meio ambiente. Dessa forma, entende-se que essas atividades, quando somadas, podem desencadear impactos significativos aos ecossistemas, de modo a interferir na dinâmica natural. A partir dessa percepção e compreendendo os Impactos ambientais e os processos de Avaliação Ambiental, faz-se necessário discutir o conceito de “Impactos Cumulativos” como ponto de partida para entender as pressões humanas sobre o meio e, assim, permitir que essas análises sirvam para o planejamento ambiental e para a tomada de decisões no campo da sustentabilidade.

Segundo Sánchez (2023), o Impacto Cumulativo resulta de um conjunto de ações humanas desenvolvidas ao longo do tempo, de modo a inserir as que foram realizadas no passado – cujos resultados podem ser visualizados no presente – como também as ações realizadas na atualidade e as que poderão ser empreendidas no futuro. Portanto, a Avaliação de Impacto Cumulativo (AIC) torna-se importante para prever futuros impactos e propor alternativas que gerem o mínimo de impactos.

Como a própria nomenclatura do conceito aborda, os Impactos Cumulativos podem ser entendidos como um acúmulo de impactos em uma determinada temporalidade. Tal conceito associa-se, portanto, às concepções de impactos ambientais, danos ambientais e avaliação ambiental, sendo relacionados nesta pesquisa ao conceito de Impactos Cumulativos, os quais foram observados nos parques eólicos em construção e operação no estado da Paraíba. Portanto, os Impactos Cumulativos apresentam uma dimensão geral acerca dos efeitos causados a partir de todas as atividades desenvolvidas ao longo do tempo.

Nesse contexto, os Impactos Cumulativos (IC) podem surgir de duas formas, aditivos e/ou sinérgicos. Os IC aditivos correspondem a uma soma de atividades individuais, as quais resultam em impactos finais superiores em sua magnitude. Já os IC sinérgicos são resultados da interação entre diferentes impactos, os quais geram outros impactos (SÁNCHEZ, 2023). Ao passo disso, a legislação brasileira estabelece a importância de descrever as propriedades cumulativas dos possíveis impactos ambientais durante a elaboração dos EIA para o licenciamento ambiental relacionados a determinados projetos. A Resolução CONAMA nº 1/1986 enfatiza essa necessidade, bem como outros documentos a exemplo de normas técnicas, portarias e decretos, os quais podem ser em níveis federal ou estadual.

No que diz respeito aos parques eólicos, a Resolução CONAMA nº 462/2014 estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental dos parques eólicos associados aos Impactos Cumulativos. Dibo (2018) apresenta a seguinte síntese:

Resolução CONAMA nº 462/2014: dispõe sobre os procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica. Estabelece que o pedido de licença ambiental para implantação de novos empreendimentos eólicos, nos quais haja sobreposição da área de influência destes com a área de influência de parques ou complexos existentes, licenciados ou em processo de licenciamento, ensejará a obrigação de elaboração de avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos do conjunto de parques ou complexos. Ainda, determina que na avaliação dos impactos sinérgicos e cumulativos deverão ser considerados os usos socioeconômicos existentes nas áreas de influência direta e indireta, de forma a possibilitar o planejamento e integração efetiva das medidas mitigadoras. E por fim, dispõe sobre a necessidade de considerar como um dos cenários para elaborar o prognóstico ambiental, a proposição e existência de outros empreendimentos e suas relações sinérgicas, efeito cumulativo e conflitos oriundos da implantação e operação do empreendimento (DIBO, 2018. p. 63).

Ao analisar os impactos sofridos nos espaços nos quais existem parques eólicos em construção ou em operação é possível perceber os seguintes Impactos Cumulativos: perda de habitats naturais; alterações nos fluxos hídricos; interferências nas rotas migratórias ou afugentamento de animais; modificações do relevo com perda de solo, a partir da abertura de estrada; e alterações paisagísticas. A partir da realidade observada, é possível prever futuros impactos decorrentes das instalações de novos parques eólicos.

2.3.2 Licenciamento Ambiental

O licenciamento surge como um instrumento pertencente ao processo de gestão ambiental, com o objetivo de proporcionar o desenvolvimento sustentável, minimizando os impactos negativos e promovendo uma melhor qualidade de vida para a sociedade. Cabe ressaltar que o Desenvolvimento Sustentável (DS) surgiu na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em Estocolmo, na Suécia, em 1972. No entanto, apenas em 1987 é que o conceito de DS se tornou amplamente divulgado, após ser publicado no Relatório Brundtland, também conhecido como “Nosso Futuro Comum”. O DS é compreendido como o desenvolvimento que visa suprir as necessidades atuais, sem que haja

comprometimento da capacidade de futuras gerações em suprir suas próprias necessidades (ONU, 1987).

No que tange ao DS, Théry e Caron (2020) apresentam uma importante contribuição no que se refere às efetivas ações relacionadas ao Desenvolvimento Sustentável. Ademais, relatam as diversas negociações no âmbito das Nações Unidas acerca da problemática envolvendo meio ambiente e desenvolvimento (1972, 1992, 2002, 2012), que resultaram em importantes instrumentos acordados entre países participantes do sistema onusiano². Entre esses instrumentos, destacam-se os acordos, as convenções, os protocolos, as proposições e as agendas. No entanto, existe uma negligência por parte dos governos nacionais em efetivar o acordado durante as negociações.

Ainda de acordo com os autores acima citados, em 2015, houve um tratado por parte dos governantes no que tange ao enfrentamento aos problemas globais urgentes a partir da “Agenda 2030”. Nesse novo acordo, foram reorganizadas e adaptadas questões já debatidas em outros acordos, resultando nos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, com o objetivo de alcançar um mundo sustentável. Por sua vez, esses objetivos apresentam contradições e não apresentam caminhos a serem percorridos (THÉRY; CARON, 2020).

Abordar o Licenciamento Ambiental requer pensar além do seu caráter ambiental. É preciso associar ao desenvolvimento econômico práticas sustentáveis, inserir novas tecnologias que permitam a inserção de novos meios produtivos com baixos níveis de impactos socioambientais e permitir a participação da sociedade nas tomadas de decisão.

Ao corroborar com esse entendimento, Nascimento (2012) apresenta três importantes dimensões de análise: (I) a primeira aborda a dimensão ambiental, enfatizando a importância dos sistemas produtivos e de consumo em garantir a capacidade de autorreparação dos ecossistemas; (II) a segunda dimensão é a econômica, na qual é defendido que uma contínua inovação tecnológica é capaz de desmaterializar a economia e de proporcionar a saída do ciclo de energia fóssil; e (III) a terceira dimensão é caracterizada pelo social, a qual compreende que os cidadãos precisam possuir o mínimo necessário para uma vida digna, sem que haja

² O Sistema onusiano abrange as agências e organizações vinculadas à Organização das Nações Unidas (ONU).

necessidade dos indivíduos extraírem bens, recursos naturais e/ou energéticos que prejudiquem outrem.

Ao se partir do entendimento que o Licenciamento Ambiental deve estar em consonância com as práticas defendidas pelo DS, busca-se compreender o referido processo, partindo de sua conceitualização. Assim, a Resolução CONAMA nº 237/1997 afirma que o Licenciamento Ambiental é todo

[...] procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (CONAMA, 1997).

A partir da Lei nº 6.938/1981, o processo de Licenciamento Ambiental apresenta-se como fator obrigatório em todo o Brasil, sendo assim, empreendimentos que poluem ou apresentem potencial poluidor não podem instalar suas atividades sem o devido licenciamento. No entanto, caso algum empreendimento venha a funcionar sem o licenciamento, torna-se suscetível às sanções previstas em lei, inclusive com punições relacionadas à Lei de Crimes Ambientais de 1998, que podem ser: advertências, multas, embargos, paralisações temporárias ou definitivas das atividades (FIRJAN, 2004).

Como o próprio conceito apresenta, o Licenciamento Ambiental é caracterizado como um processo capaz de permitir o uso de recursos naturais por determinados empreendimentos, sempre considerando as fragilidades ambientais e os possíveis impactos ao meio ambiente. Nesse sentido, apresentam-se dois instrumentos importantes que se encontram intrinsecamente ligados e que fazem parte desse processo: o primeiro corresponde aos estudos ambientais e, o segundo, às licenças ambientais.

Os estudos ambientais são entendidos como sendo todo e qualquer estudo relacionado aos aspectos ambientais que levem em consideração a localização, a instalação, a operação e a ampliação, seja de uma atividade ou de um empreendimento. Os estudos ambientais apresentam-se como subsídios necessários para a análise das licenças requeridas e podem ser apresentados por meio de relatórios ambientais, planos e projetos de controle ambiental, relatórios ambientais

preliminares, diagnósticos ambientais, planos de manejo, planos de recuperação de áreas degradadas e análises preliminares de riscos (CONAMA, 1997).

Na presente pesquisa, foram enfatizados os estudos ambientais, os quais foram relacionados à construção de empreendimentos de energia eólica, com ênfase nos parques situados no estado da Paraíba. Para o pleno funcionamento operacional de um parque eólico, faz-se necessária a execução do licenciamento ambiental. Para que um parque eólico seja construído e entre em operação no Brasil, é obrigatório o Licenciamento Ambiental, o qual é concedido pelos órgãos ambientais competentes de cada estado ou município ou pelos órgãos federais quando o parque eólico encontra-se inserido em território de dois estados da federação.

No Brasil, esse processo de licenciamento apresenta-se regulado pela Lei nº 6.938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, pela Resolução nº 237/1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que define as diretrizes gerais para o licenciamento ambiental. Pela Resolução CONAMA nº 279/2001 e por posterior atualização realizada pela Resolução CONAMA nº 462/2014.

Para que haja o licenciamento ambiental é de suma importância desenvolver os Estudos de Impactos Ambientais prévios, que devem levar em consideração o potencial grau do impacto e, posteriormente, deve ser elaborado seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) ou pode ser apresentado o Relatório Ambiental Simplificado (RAS). Esses relatórios precisam seguir as orientações definidas em legislações próprias, inclusive, as apresentadas na Resolução CONAMA 279/2001. Os RAS são elaborados de acordo com o grau de impactos de cada empreendimento, sendo indicado para os de baixo impacto ambiental.

De acordo com a Resolução CONAMA 237/1997, os órgãos ambientais ficam incumbidos de estabelecer procedimentos de forma simplificada para os licenciamentos ambientais relacionados aos empreendimentos de baixo impacto ambiental. Nesse sentido, é indicada a utilização dos Relatórios Ambientais Simplificados, os quais devem estar em consonância com as diretrizes propostas pelas Resoluções estabelecidas pelo CONAMA e que são indicados nos casos de empreendimentos de geração de energia de fonte eólica por serem considerados de baixo impacto ambiental.

As Licenças Ambientais configuram-se como atos administrativos, os quais o órgão ambiental competente apresenta condições, restrições e medidas de controle ambiental que devem ser aplicadas pelo empreendedor, seja pessoa física ou jurídica,

no tocante à localização, à instalação, à ampliação e à operação de empreendimentos ou atividades que utilizam recursos ambientais e que são consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras e as que podem desencadear algum processo de degradação ambiental (CONAMA, 1997).

As licenças ambientais configuram-se como documentos que apresentam prazos de validade definidos, nos quais o órgão ambiental licenciador define regras, condições, restrições e medidas de controle ambiental, que devem ser cumpridas pelo empreendimento. As principais características avaliadas no processo são: potencial de geração de líquidos poluentes, resíduos sólidos, emissões atmosféricas, ruídos e potenciais riscos de explosão e incêndios. Ao receber a licença, o empreendedor assume o compromisso de realizar a manutenção da qualidade ambiental da localidade onde está instalado (FIRJAN, 2004).

O conceito de Licença Ambiental pode ser confundido com o de Licenciamento Ambiental. Cabe ressaltar que o Licenciamento é um processo no qual se fazem necessários alguns procedimentos e etapas. A Licença é o ato administrativo final, que autoriza ou nega a instalação e operação de determinados empreendimentos. O processo de Licenciamento Ambiental é desenvolvido a partir de três tipos de licenças, as quais são apresentadas no Quadro 17.

Quadro 17 - Tipos de Licenças Ambientais

TIPOS	DEFINIÇÃO
Licença Prévia (LP)	Primeira etapa do licenciamento, concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade no qual o órgão responsável pela licença avalia e aprova localização e a concepção do empreendimento, atesta a viabilidade ambiental e estabelece requisitos básicos para as fases seguintes.
Licença de Instalação (LI)	Segunda etapa do licenciamento, requerida após ter sido detalhado o projeto inicial e definidas as medidas de proteção ambiental. Sua concessão autoriza o início da instalação do empreendimento ou atividade. Dessa forma, a execução deve estar de acordo com os planos, os programas e os projetos aprovados, ressaltando as medidas de controle ambiental e possíveis condicionantes.
Licença de Operação (LO)	Terceira etapa do licenciamento, na qual autorizado o funcionamento do empreendimento ou atividade, desde que verificado o cumprimento do que constitui as LP e LI. Ressalta-se a importância do controle ambiental e dos condicionantes determinantes para a devida operação.

Fonte: CONAMA, 1997.

Como observado no Quadro 06, o processo de licenciamento é caracterizado por uma sequência de licenças interligadas, na qual a LP corresponde à primeira etapa, seguida da LI e, por fim, a LO. De acordo com a Resolução CONAMA nº 462/2014, em seu Art. 8º, para que sejam liberadas as licenças prévia, de instalação e operação, são necessários, no mínimo, os seguintes dados:

[...] I – nome ou razão social do empreendedor; II – número do CNPJ do empreendedor; III – nome oficial do empreendimento e respectivo código de registro na ANEEL; IV – Município(s) e Unidade(s) da Federação de localização do empreendimento; V – potência total em megawatts do empreendimento; VI – área total do empreendimento; VII – área a ser licenciada e coordenadas geográficas de todos os vértices da poligonal solicitada pelo empreendimento; VIII – número estimado e altura das torres do empreendimento; IX – potência nominal unitária dos aerogeradores do empreendimento (CONAMA, 2014).

O MMA (2009) afirma que as Licenças Ambientais podem ser expedidas de forma isolada ou de forma sucessiva. Ainda cabe ressaltar que o Licenciamento Ambiental visa avaliar a viabilidade dos empreendimentos com potencial geração de danos ambientais e a lógica da conservação do meio ambiente. Quando analisados os possíveis impactos, sempre será considerado como poderá causar a supressão ou inserção de determinados elementos no meio.

A avaliação dos possíveis impactos ocasionados pela inserção de um parque eólico precisa ser criteriosa, de modo a compreender os impactos no meio físico, como também do ponto de vista social. Outro ponto que precisa ser considerado são as proposições de ações compensatórias em relação aos possíveis danos ambientais e, por fim, os órgãos ambientais precisam acompanhar e fiscalizar as obras de instalação e, posteriormente, a operação desses empreendimentos eólicos.

2.3.3 Políticas Públicas de Incentivos à Geração de Energia Eólica

A crescente demanda relacionada ao consumo energético vivenciada pela sociedade contemporânea tem desencadeado diversos desafios ao setor produtivo. Assim, pensar em fontes alternativas tem sido uma preocupação por parte do Estado, o qual se apresenta como responsável pela regulação das políticas públicas, bem como por parte dos grandes parques eólicos, que se beneficiam das legislações com a finalidade de inserir novas tecnologias e expandir sua produtividade.

Na busca por uma compreensão sobre o atual cenário elétrico brasileiro, especificamente de fonte eólica, faz-se necessária uma investigação acerca de fatores que influenciam os processos de implantação e operacionalização dos parques eólicos. Nesse sentido, a partir da legislação vigente e de programas que regulam as atividades elétricas no país, as políticas públicas de incentivos fiscais e comerciais são imprescindíveis. Ao abordar as “Políticas Públicas” de incentivos à geração de energia de fonte eólica, torna-se importante compreendê-las como instrumentos de legitimação e regulação que são pertinentes para o atendimento das demandas sociais. Discutir essas políticas públicas pressupõe a existência do Estado enquanto organização que elabora, institui e executa tais políticas.

De acordo com Silva (2005, p. 216), o Estado pode ser compreendido como sendo “[...] uma organização social, dotada de poder e com autoridade para determinar o comportamento de todo o grupo”. A partir dessa perspectiva, é compreensível que o Estado se utilize de sua autoridade para normatizar ações que supram as demandas da sociedade, proporcionem a melhoria da qualidade de vida da população e permitam condições favoráveis à preservação do meio ambiente.

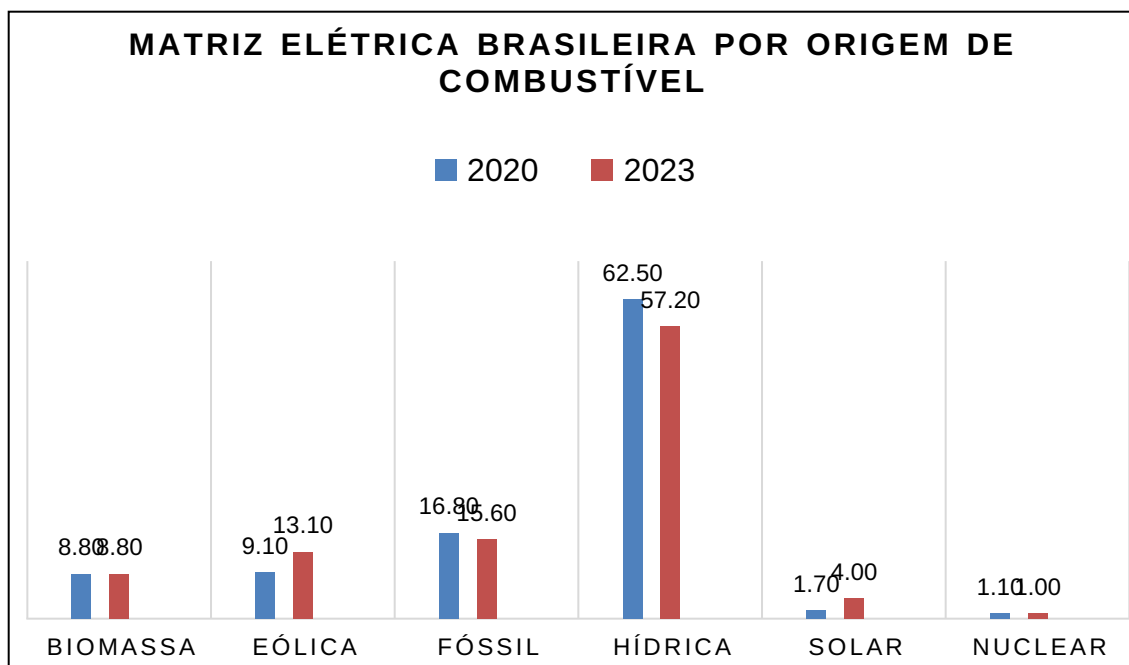
As políticas públicas são referentes a um campo de conhecimento que tem como objetivo evidenciar a ação do governo (entendido como parte integrante do Estado), desenvolver análises das ações e, se necessário, propor alterações. A formulação das políticas públicas pressupõe o estágio em que governos democráticos elencam objetivos a partir de programas e ações, que visam mudanças na realidade social (SOUZA, 2006). A partir do pressuposto de que as políticas públicas são instrumentos de legitimação usados pelo Estado, destacam-se as relações estabelecidas entre o que se apresenta como ideais e o que se apresenta como interesses na elaboração e na execução das referidas políticas.

Com isso, uma sequência de políticas públicas instituídas pelo poder público servem como base para compreensão dos processos de instalação e operacionalização dos empreendimentos produtores de energia elétrica de fonte eólica no Brasil. Portanto, entende-se que o desenvolvimento na elaboração da legislação relacionada à produção de energia de fontes alternativas foi impulsionada pela crise elétrica ocorrida no Brasil no início dos anos 2000. Até então, o país possuía pouca diversificação na matriz elétrica, limitando-se, em grande parte, à fonte hídrica (hidroelétricas), que, motivada pela escassez de água em determinados reservatórios, acarretou o racionamento de energia (TOLMASQUIM, 2000).

Contudo, Tolmasquim (2000) afirma que a crise energética foi além de uma simples falta de água e destaca que a ineficiência na lógica de operacionalização das águas dos reservatórios e a ausência de investimentos em geração e transmissão de energia, uma vez que a demanda de consumo entre os anos de 1990 e 2000 cresceu 49%, enquanto a capacidade instalada cresceu apenas 39%. A partir dessa realidade, surgiu a necessidade de se pensar em fontes alternativas relacionadas à produção elétrica. Desta forma, uma sequência de ações foi empreendida com o objetivo de viabilizar a implantação de empreendimentos produtores de energia elétrica de fontes alternativas e, por conseguinte, o aumento na produção e na oferta de energia elétrica de fontes renováveis.

Diante dos dados apresentados no Gráfico 1, é possível perceber o avanço das fontes alternativas na geração de energia elétrica no Brasil entre os anos de 2020 e 2023. Em se tratando da fonte eólica, houve um aumento da geração em torno de 4%, de modo a contribuir na redução do uso das fontes hídricas e fósseis.

Gráfico 1 - Matriz Elétrica Brasileira 2020/2023



Fonte: Adaptado de SIGA. (ANEEL, Junho/2020 - Fevereiro/2023³).

³ Dados obtidos em: <<https://bit.ly/2IGf4Q0>> Acesso em: 09/06/2020 e 20/02/2023.

A partir da configuração da matriz elétrica brasileira observada no Gráfico 1, torna-se possível compreender que a crise vivenciada no início dos anos 2000, quando a matriz elétrica produtora era primordialmente hídrica, juntamente com a elaboração de políticas públicas e a implantação de empreendimentos produtores, desempenharam considerável influência na diversificação da matriz, tendo em vista a participação das fontes renováveis, destacando-se a de fonte eólica.

Nesse cenário, desenvolveu-se a primeira ação com a finalidade de viabilizar a produção de energia a partir da fonte eólica no território nacional, que foi o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), o qual foi instituído pela Resolução nº 24/2001. Dentre suas competências, o Programa apresentava como objetivos a possibilidade de implantação de 1.050 MW de energia eólica até dezembro de 2003; proporcionar o aproveitamento da energia de fonte eólica no desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental; e contribuir para complementaridade sazonal referente aos fluxos hídricos dos reservatórios que integram o sistema interligado nacional (BRASIL, 2001).

Apesar da Resolução nº 24/2001 ter regulamentado o PROEÓLICA como sendo a primeira ação relacionada ao desenvolvimento do setor elétrico de fontes eólicas no Brasil, a referida resolução traz em seu texto pouca expressividade, pois se apresenta de forma incipiente quando relacionado aos subsídios de incentivos à implantação e à operacionalização dos empreendimentos produtores, bem como às normatizações norteadoras do setor produtivo. Não se pode menosprezar a importância do PROEÓLICA, entendendo-o como ponto de partida para uma continuidade sucessiva de elaboração e implantação de instrumentos legais que desempenharam importante papel no desenvolvimento da produção de energia eólica brasileira.

Um outro programa criado em 2002, por meio da Lei nº 10.438/2002, foi o Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), regulamentado pelo Decreto nº 5.025/2004, sendo implantado seguindo os termos presentes no referido decreto. O PROINFA apresenta como objetivo:

[...] aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional (BRASIL, 2002).

O PROINFA, diferente do PROEÓLICA, possui duas etapas que apresentam uma sequência de metas definidas que deveriam ser alcançadas em período estabelecido na legislação. A partir dessa iniciativa, houve incentivos no setor que possibilitaram a instalação de novos empreendimentos, inclusive estrangeiros, sucessivo aumento na capacidade de geração de energia eólica e a participação competitiva de empresas nos leilões de fontes alternativas.

De acordo com a Lei nº 10.438/2002, vigorado pela redação da Lei nº 10.762/2003, a primeira etapa do PROINFA visava, dentre suas metas, a formalização de contratos pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A – ELETROBRÁS até 29 de abril de 2004, com o objetivo de instalar 3.300 MW de capacidade em instalações produtoras com previsão de início até 30 de Dezembro de 2006. Desse modo, os contratos celebrados assegurariam a compra da energia produzida num período de 20 anos, com início a partir da operação dos empreendimentos produtores.

Na segunda etapa, o programa almejava, após alcançar a meta proposta na primeira etapa (atingir 3.300 MW), o desenvolvimento do programa passaria a realizar-se com a participação da produção de energia de fontes eólicas, de pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, de modo a atender a uma demanda de 10% do consumo anual da energia elétrica utilizada no país. Essa meta deveria ser cumprida em até 20 anos, incorporados os prazos e os resultados obtidos na primeira etapa do programa.

Ao observar os dados apresentados no Gráfico 1, no início do ano de 2023, o Brasil somava 83,1% de sua geração elétrica de fonte renovável. Sobre a diversidade da matriz elétrica brasileira e levando em consideração que o PROINFA ainda não atingiu os seus 20 anos de implantação, nota-se que o Brasil já apresenta, aproximadamente, 25,9% de sua potência instalada proveniente de fontes alternativas, considerando-se apenas as fontes eólicas, biomassa e energia solar. Pode-se afirmar que o país conseguiu cumprir com êxito as metas propostas na segunda etapa do programa.

O PROINFA desempenhou importante influência na instalação de novas fontes produtoras e no desenvolvimento do setor energético de fontes alternativas, em especial as de fonte eólica. Simas e Pacca (2013) corroboram com esse perspectiva quando afirmam que:

O Proinfa, instituído em 2002, foi o principal motor para impulsionar o desenvolvimento do mercado eólico no Brasil. Como a primeira política pública efetiva voltada ao setor, proporcionou um ambiente com poucos riscos para o investimento em uma tecnologia ainda pouco conhecida no país. O programa mostrou que a energia eólica é viável tecnicamente, e serviu como ganho de experiência para as diversas atividades que envolvem esse setor. Os contratos de longo prazo de compra de energia pela Eletrobrás a uma tarifa que refletisse os custos de capital, as condições de financiamento pelo BNDES de até 80% do projeto e a flexibilidade de geração resultaram em um ambiente atrativo para os investidores (SIMAS; PACCA, 2013, p. 105).

O PROINFA não se apresenta como documento único nesse percurso que caracteriza a normatização da implantação e da operação das atividades produtoras de energia eólica no Brasil. Ao longo dos anos, novos instrumentos foram sendo criados e incorporados ao programa, a partir de leis, decretos, resoluções e portarias. Todo esse processo visa alcançar objetivos e metas traçados, permitindo responder ao surgimento de novas demandas e proporcionar investimentos no setor energético, especialmente no campo das eólicas.

Outro instrumento criado em 2004 pelo Ministério de Minas e Energia e disponibilizado pela ELETROBRÁS foi o Guia de Habilitação Eólica (GHE), o qual objetiva orientar e habilitar os empreendedores em relação ao PROINFA. Para tanto, os empreendimentos que tiveram interesse em participar do programa, tiveram acesso às orientações de como se organizarem e apresentarem os documentos necessários para habilitação dos novos projetos. Em síntese, apresenta-se o Quadro 18 com a sistematização da estrutura e etapas do GHE.

Quadro 18 - Estrutura das Seções do GHE

SEÇÃO	ETAPAS
REQUISITOS BÁSICOS PARA HABILITAÇÃO PARA O PROINFA	1. Habilitação Jurídica
	2. Habilitação Fiscal
	3. Habilitação Econômico-Financeira
	4. Habilitação Técnica
PROCESSO DE SELEÇÃO DE PROJETOS	1. Processo global de seleção de projetos PROINFA
	2. Processo de seleção de projetos PROINFA – Eólicas
INFORMAÇÕES SOBRE A CONTRATAÇÃO	1. Energia a ser contratada
	2. Preço da energia contratada
	3. Pagamento da ELETROBRÁS pela compra da energia
	4. Parecer de acesso conclusivo

Fonte: GHE (ELETROBRÁS, 2019).

O Quadro 18 apresenta a sequência que os empreendedores do setor produtivo de energia eólica precisam percorrer para serem inseridos no PROINFA. A primeira ação pauta-se nos requisitos básicos para sua habilitação e suas respectivas etapas; o segundo momento é marcado pelo processo de seleção de projetos e suas respectivas etapas; e por fim, as informações sobre o processo de contratação e suas etapas.

Associado ao PROINFA surgem os leilões de fontes alternativas, instrumentos de suma importância que permitem a concessão, a comercialização e a autorização da geração de energia elétrica. Os leilões visam aumentar a participação de fontes alternativas na matriz energética brasileira, priorizando as de fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas. Os referidos leilões foram regulamentados pelo Decreto nº 6.048/2007, o qual altera a redação do Decreto nº 5.163/2004.

No Brasil, em 2009, aconteceu o primeiro leilão exclusivamente de fonte eólica, conhecido como 2º Leilão de Energia de Reserva (LER). Esse leilão despertou expressivo interesse de empreendimentos produtores de energia eólica; na ocasião, foram cadastrados 441 projetos, somando à capacidade instalada 13.341 MW, distribuídos em 11 estados da federação. No entanto, após a realização do leilão foram contratados apenas 1.805,7 MW, a preço médio de venda de R\$ 148,39 por MWh. A partir do 2º LER, deu-se início à construção de 71 empreendimentos geradores de energia eólica, sendo 63 na região Nordeste e 8 na região Sul (EPE, 2009).

Essa política, de caráter regulatória das fontes alternativas, foi importante para o setor energético brasileiro, principalmente no tocante à instalação de novos empreendimentos produtores de energia de fonte eólica, uma vez que a energia eólica está despontando ascendentemente na matriz energética, com perspectivas favoráveis em relação ao crescimento da oferta.

Em parceria com as políticas regulatórias, existem as políticas fiscais que norteiam e possibilitam os incentivos fiscais, o que impulsiona os atrativos para que sejam instalados novos empreendimentos geradores de energia elétrica de fontes alternativas, incluindo, nesse contexto, os parques eólicos. O Quadro 19 apresenta relevantes legislações e suas contribuições para o setor produtivo.

Quadro 19 - Políticas de Incentivos Fiscais para Geração de Energia Eólica

LEGISLAÇÃO	INCENTIVOS
Convênio ICMS 101/97 - SEFAZ	Isenta do ICMS operações com equipamentos e componentes que tenham a finalidade de aproveitamento da energia eólica.
Decreto Nº 7.212/2010	Regulamenta a cobrança, a fiscalização, a arrecadação e a administração do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI, concedendo imunidade tributária em seu art. 18, IV - a energia elétrica.
Lei nº 13.169/2015	Fica isento alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e COFINS incidentes sobre a energia elétrica ativa fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade equivalente à soma da energia elétrica ativa injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica para microgeração e minigeração distribuída, de acordo com regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.
RESOLUÇÃO NORMATIVA nº 745/2016 - ANEEL	Estabelece procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas de transmissão e de distribuição, TUST e TUSD, aplicáveis aos empreendimentos com base em fonte eólica cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou de distribuição seja menor ou igual a 300.000 (trezentos mil) kW.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Verifica-se, no Quadro 19, uma sequência temporal com lei, resolução, convênio e decreto que foram sendo instituídos ao longo dos anos e incorporados às políticas existentes. Evidentemente, essas informações são uma síntese de uma vasta legislação fiscal que existe no Brasil relacionada à produção de energia elétrica. Todo esse estímulo corresponde a ações governamentais que colaboram com a implantação de novos empreendimentos geradores de energia e, conseqüentemente, com o aumento na produção de energia de fonte eólica.

É notório que desde 2002 foram implantadas e regulamentadas legislações em nível nacional, com o objetivo de diversificar a matriz energética brasileira, principalmente com a participação das fontes alternativas. Contudo, os estados

brasileiros, em consonância com as políticas públicas nacionais, também desenvolvem mecanismos em níveis estaduais, a partir de leis próprias que atraem novos investidores do setor, geram receitas, empregos e renda.

Ao passo disso, influenciado pelas políticas públicas, a Paraíba teve os primeiros contratos de fonte eólica celebrados a partir da 1ª chamada pública, com data de publicação em 28 de março de 2005, quando, na ocasião, foi contratada a instalação de 13 usinas geradoras. Observa-se no Quadro 20 os referidos empreendimentos.

Quadro 20 - Contratos da Primeira Chamada Pública para instalação dos parques eólicos

UF	USINA	POTÊNCIA INSTALADA (MW)	DATA DA LICENÇA DE INSTALAÇÃO - LI	MUNICÍPIOS
PB	UEE ALHANDRA ⁴	5,4	06/11/2003	Alhandra
	UEE VITÓRIA	4,25	07/11/2003	Mataraca
	UEE COELHOS I	4,5	26/11/2003	Mataraca
	UEE MILLENIUM	10,2	26/11/2003	Mataraca
	UEE ALBATROZ	4,5	23/11/2003	Mataraca
	UEE CARAVELA	4,5	23/11/2003	Mataraca
	UEE MATARACA	4,5	23/11/2003	Mataraca
	UEE ATLÂNTICA	4,5	30/12/2003	Mataraca
	UEE CAMURIM	4,5	30/12/2003	Mataraca
	UEE COELHOS II	4,5	30/12/2003	Mataraca
	UEE COELHOS III	4,5	30/12/2003	Mataraca
	UEE COELHOS IV	4,5	30/12/2003	Mataraca
	UEE PRESIDENTE	4,5	30/12/2003	Mataraca

Fonte: Adaptado de ELETROBRÁS (2019b).

⁴ Revogada autorização para exploração da Central Eólica Alhandra exposto no termo de intimação nº 1.002/2016, referente ao Processo 48500.003304/2012-66.

Os primeiros contratos assinados permitiram que esses 13 empreendimentos fossem implantados na Paraíba, o que estabeleceu uma potência contratada de 64,85 MW. Em 2007, deu-se início à produção no estado a partir das operações da Usina Millenium em 28 de novembro de 2007, seguindo com um total de 10 usinas iniciando suas atividades em 2009 e 1 usina em 2010.

A Paraíba, sentindo a necessidade de criar seus próprios instrumentos, instituiu, em 2016, por meio da Lei nº 10.720/2016, a Política Estadual de Incentivos à Geração e Aproveitamento da Energia Solar e Eólica no Estado da Paraíba. Assim, essa lei, além de buscar a racionalização da energia elétrica, dispõe sobre o uso de fontes alternativas, concede incentivos fiscais, tributários e financeiros, pesquisa tecnológica e assistência técnica. A referida política tem como objetivos:

I - estimular, como forma de diminuir o consumo das diferentes fontes de energia, os investimentos e a implantação dos sistemas de energia solar e eólica ecologicamente corretos, englobando o desenvolvimento tecnológico e a produção de energia solar fotovoltaica e fototérmica para autoconsumo em empreendimentos particulares e públicos, residenciais, comunitários, comerciais e industriais; II - criar alternativas de emprego e renda; III - aprimorar a eficiência e o aproveitamento energético e redução de custos; IV - prevenir ou mitigar impactos negativos ao meio ambiente; V - universalizar o serviço público de energia; VI - estimular o uso de tecnologias mais limpas e menos degradantes; VII - estimular o uso de fontes renováveis de energia; VIII - incentivar o estabelecimento de indústrias que fabricam equipamentos e componentes para a geração de energia solar e eólica no Estado da Paraíba; IX - desenvolver o mercado fornecedor paraibano de equipamentos e serviços para a cadeia solar eólica, incluindo a atração de investimentos internacionais para favorecer a transferência de tecnologia; X - fomentar programas de capacitação e formação de recursos humanos para atuar em todas as etapas da cadeia produtiva; XI - estimular a criação de empresas prestadoras de serviço de instalação e manutenção de painéis solares e de postes e torres eólicas; XII - fomentar programas de pesquisa e desenvolvimento nas instituições do Estado para assegurar o domínio da tecnologia de energia solar fotovoltaica e eólica; XIII - diversificar a matriz energética paraibana; XIV - garantir maior confiabilidade e segurança para o abastecimento (PARAÍBA, 2016).

A inserção dessa política traz ao estado da Paraíba maior visibilidade do ponto de vista competitivo, visto que oferta subsídios que atraem novos investidores do setor energético de fonte eólica; além de estimular o uso da energia de fonte limpa, o uso de novas tecnologias no setor energético e o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao setor. Ressalta-se, nesse cenário, o papel que cada estado possui como articulador no aprimoramento e na consolidação das políticas públicas relacionadas à implantação de uma diversificada matriz energética nacional.

Assim, as políticas públicas apresentam-se como instrumentos normativos compostos de metas, objetivos e planos de ações que devem ser executados. De posse desses instrumentos legais, torna-se possível conhecer e avaliar os impactos decorrentes da implantação dos empreendimentos produtores de energia eólica no estado da Paraíba.

2.3.4 Energia Eólica no Brasil e no estado da Paraíba

A criação do Programa de Incentivos às Fontes Alternativas (PROINFA) impulsionou o desenvolvimento da produção de energia de fonte eólica em todo o país a partir de 2002. Com tal implementação, associado às demais ações da política nacional de incentivos à geração de energia de fontes limpas, novos empreendimentos foram construídos e deram início às suas operações.

Conforme dados disponibilizados pelo Sistema de Informações de Geração da Aneel (SIGA), o Brasil contava, em maio de 2020, com um total de 641 usinas eólicas em operação, apresentando significativa participação no abastecimento energético em nível nacional com uma potência outorgada de 15.755.103,86 (kW). Quando analisado o mês de março de 2023, o Brasil contabilizava um total de 913 empreendimentos em operação, com uma potência outorgada total de 25.416.023, 86 (kW). Portanto, em menos de três anos entraram em operação 272 novos parques eólicos e foi acrescentado um total de 9.660.920 (kW) no sistema nacional de distribuição de energia.

Os estados que nesse período apresentaram a inserção de novos parques eólicos foram: Bahia (100), Rio Grande do Norte (81), Piauí (47), Ceará (19), Paraíba (17), Pernambuco (06) e Santa Catarina (02). O estado da Paraíba saltou de 15 para 32 parques eólicos em operação, como também aumentou de 157,2 (MW) para 721,94 (MW) sua potência outorgada. Dessa forma, apresenta-se a Tabela 1 com a distribuição das usinas em operação e suas respectivas potências outorgadas.

Tabela 1 - Parques Eólicos em Operação no Brasil (Março/2023)

ESTADOS	QUANTIDADE DE USINAS	POTÊNCIA OUTORGADA kW
Bahia	270	7.362.770,64
Rio Grande do Norte	243	7.575.436,00
Piauí	107	3.534.450,00
Ceará	100	2.577.840,00
Rio Grande do Sul	81	1.835.891,98
Pernambuco	41	1.065.865,00
Paraíba	32	721.940,00
Santa Catarina	18	250.599,50
Maranhão	16	426.022,50
Sergipe	01	34.500,00
Rio de Janeiro	01	28.050,00
Paraná	01	2.500,00
Minas Gerais	01	156,00
São Paulo	01	2,24
Total	913	25.416.023,86kW

Fonte: ANEEL (2023)⁵.

A partir do exposto na Tabela 1, observa-se que a produção de eletricidade de fonte eólica se concentra em três regiões brasileiras: Nordeste e Sul, além do Sudeste, mesmo que de modo pouco representativo. Comparando-se as regiões geradoras, o Nordeste desponta como a maior região produtora entre as demais, apresentando um total de 810 usinas em operação.

O setor eólico está despontando de forma promissora e o Nordeste, sem dúvida, é a região que apresenta maior potencial produtivo e com perspectivas de um aumento significativo na instalação de novas usinas produtoras. Essa afirmativa pode ser verificada a partir da Tabela 2, bem como a partir dos dados apresentados anteriormente, os quais mostram o aumento do número de novos empreendimentos geradores, como também o aumento da participação da energia de fonte eólica na matriz energética brasileira.

⁵ Dados extraídos no SIGA. Disponível em: <https://bit.ly/2IGf4Q0>. Acesso em: 26 mar.2023.

Tabela 2 - Parques Eólicos em Construção no Brasil (Março/2023)

ESTADOS	QUANTIDADE DE USINAS	POTÊNCIA OUTORGADA kW
BA	67	2.523.900,00
RN	54	2.125.800,00
PI	12	567.000,00
PB	07	262.845,00
CE	03	112.500,00
RS	03	52.500,00
PE	01	22.500,00
TOTAL	147	5.667.045,00 kW

Fonte: ANEEL (2023)⁶.

Ao analisar os dados referentes às usinas que estão em fase de construção, é possível perceber que o Brasil contará com a participação de 5.667.045,00 kW de potência outorgada disponibilizada na rede elétrica nacional. Essa energia será proveniente de 147 novas usinas eólicas, distribuídas em sete estados da federação, dos quais 144 estarão na região Nordeste e apenas três na região Sul. Nesse sentido, o surgimento de novos parques eólicos se configura como ações dinâmicas, ou seja, a quantidade de novas usinas em operação muda rapidamente. Ao observar dados levantados no decorrer da pesquisa, verificou-se que o Brasil, em maio de 2020, apresentava perspectiva de 85 novos empreendimentos com potência outorgada de 2.495.535,00 (kW), contudo, em menos de três anos entraram em operação 272 novos empreendimentos e mais de 147 já estão em fase de construção.

Para além disso, há dados referentes aos empreendimentos que ainda terão suas obras iniciadas, cujas informações já se encontram no Sistema de Informações de Geração da Aneel (SIGA). Tendo por base os dados referentes ao mês de maio de 2020, o número de empreendimentos com obras não iniciadas era de 207, com

⁶ Dados extraídos no SIGA. Disponível em: <https://bit.ly/2IGf4Q0>. Acesso em: 26 mar.2023.

potência outorgada em 6.603.455,00 kW. Em março de 2023 esse número foi de 426 empreendimentos que ainda não tiveram suas obras iniciadas, porém já começaram os trâmites para o início das construções. Assim, a Tabela 3 contém informações acerca da distribuição dessas obras por estados da federação e suas respectivas potências outorgadas.

Tabela 3 - Parques Eólicos com Construção não iniciadas no Brasil (Março/2023)

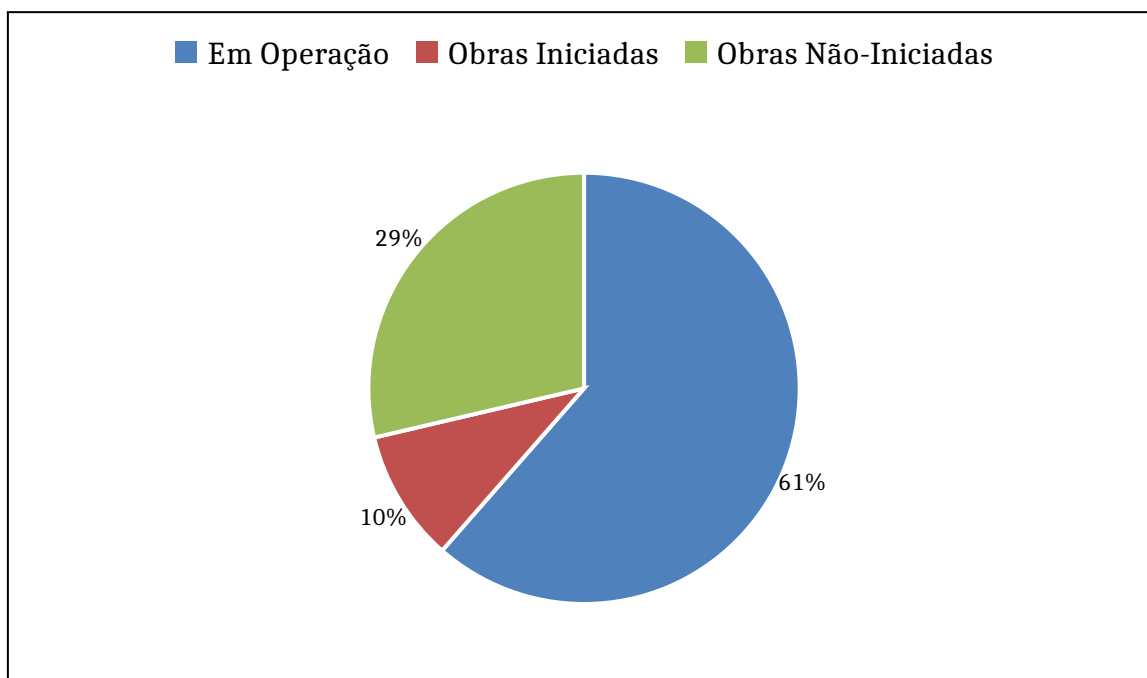
ESTADOS	QUANTIDADE DE USINAS	POTÊNCIA OUTORGADA kW
BA	179	7.642.100,00
RN	83	2.766.700,00
CE	49	1.987.000,00
PI	48	2.488.600,00
PB	43	1.413.300,00
PE	13	562.200,00
RS	11	514.520,00
TOTAL	426	17.374.420,00 kW

Fonte: ANEEL (2023)⁷.

As usinas com construção não iniciada serão instaladas em sete estados, das quais seis estão localizadas na região Nordeste. Como efeito, corresponderá a um total de 426 novas usinas com capacidade total outorgada de 17.374.420,00 kW. Ao verificar os dados das usinas em operação, somada às que possuem obras iniciadas e às obras não iniciadas, nota-se que a região Nordeste continuará sendo a região com maior participação de energia de fonte eólica no setor elétrico brasileiro. Em síntese, o Gráfico 2 apresenta, graficamente, a distribuição dos empreendimentos geradores a partir de sua fase de operação.

⁷ Dados extraídos no SIGA. Disponível em: <https://bit.ly/2IGf4Q0>. Acesso em: 26 mar.2023.

Gráfico 2 - Fases de Operação dos Empreendimentos Geradores de Energia Eólica no Brasil



Fonte: SIGA (2023).

Com esse panorama apresentado a partir de dados do SIGA e levando em consideração as efetivas instalações e operações dos parques geradores, em um espaço temporal, o Brasil contará com 1.486 novos empreendimentos em pleno funcionamento e uma capacidade outorgada de 48.457.488,86 kW. Com destaques para os estados do Rio Grande do Norte, da Bahia e do Piauí como os maiores produtores, e, em 6ª posição, o estado da Paraíba.

Nos próximos anos, a participação da energia eólica será elevada na matriz elétrica nacional. De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia (2019 – 2029), a capacidade instalada de energia eólica deve passar de 15.0 GW em 2019 para 39.5 GW em 2029 (EPE, 2019). Vale salientar que esses dados apresentados nas Tabelas 01, 02 e 03 são referentes ao marco temporal do mês de março de 2020, uma vez que são dados que se alteram de acordo com a concessão de novas licenças de instalação e de operação de empreendimentos geradores.

Esse destaque da produtividade da região Nordeste se dá devido ao fato de, geograficamente, o Nordeste apresentar a incidência de fortes ventos, os quais proporcionam a geração de energia durante o ano inteiro. Ao tratar, especificamente, do estado da Paraíba, esse potencial eólico dá-se pela sua localização, na porção

leste da região Nordeste, conhecida como “Ponta” do Nordeste, próximo à zona de convergência intertropical, que recebe os ventos alísios. Esses ventos são parte integrante de um considerável sistema de ar presente no globo, vindo do Hemisfério Norte em direção à Linha do Equador, caracterizados como ventos fortes e contínuos, desempenham grande relevância na geração de energia eólica (COLTRI, 2006).

Na Paraíba, o comportamento dos ventos se caracteriza, primariamente, pelos ventos alísios e pelo anticiclone subtropical do Atlântico Sul, fenômenos que modulam a direção dos ventos através dos efeitos da brisa terrestre e marinha, principalmente nas áreas próximas ao litoral (PARAÍBA, 2018). Não distante do cenário encontrado no nacional e regional, o estado da Paraíba começa a apresentar investimentos que permitem a inserção de novos parques eólicos. Atualmente, há, em operação, um total de 32 empreendimentos geradores de energia de fonte eólica, localizados nos municípios de Mataraca, São José do Sabugi, Santa Luzia, Areia de Baraúnas, Junco do Seridó e São Mamede.

O estado da Paraíba teve a implantação de sua primeira usina produtora de energia eólica em 2007. Em 2009, novos investimentos foram realizados no setor, o que permitiu a construção e a operação de dez novos empreendimentos. Em 2010, mais uma usina foi instalada, de modo a contabilizar um total de doze usinas em operação, todas localizadas em Mataraca, litoral norte do estado, totalizando nessa área uma potência de 62.700,00 kW.

O primeiro empreendimento a entrar em operação na Paraíba foi o Parque Eólico Millennium, no ano de 2007, administrado pela empresa Pacific Hydro. Sua capacidade instalada é de 10,2 MW, distribuída em 13 turbinas eólicas, de 800 kW cada. Outro parque administrado pela Pacific Hydro é o Parque Eólico Vale dos Ventos, também localizado em Mataraca, caracterizado como o maior ativo em operação da referida empresa no Brasil que possui 60 turbinas de 800 kW, em operação desde 2009, com uma capacidade instalada de 48 MW, dividida em 10 unidades de 4,8 MW cada. Ademais, em Mataraca existe o Parque Eólico Vitória, gerenciado pela empresa Cardus (Grupo Queiroz Galvão) com 1 usina possuindo 3 turbinas de 1,5 MW cada, totalizando uma potência instalada de 4,5 MW (ANEEL, 2018). Por serem situados no município de Mataraca, litoral do estado, houve um favorecimento da atividade, uma vez que existe a presença de fortes correntes de ventos vindas do oceano, grandes extensões de terras com baixa taxa de ocupação humana e infraestrutura que permite fácil acesso.

Incentivados pela Lei nº 10.720/2016, que promove a produção de energia de fonte eólica, em 2017, entraram em operação três novos empreendimentos, apresentando uma potência outorgada total de 94,5 MW, número superior ao produzido até então. Esses empreendimentos estão instalados e em funcionamento na região compreendida por serras do Planalto da Borborema. Um deles é o Parque Canoas localizado no município de São José do Sabugi, administrado pela empresa Canoa Energia Renovável S.A, que possui capacidade instalada de 31,5 MW. Na cidade de Santa Luzia, encontra-se o Parque Lagoa 1, com capacidade instalada de 31,5 MW, gerido pela empresa Lagoa 1 Energia Renovável S.A. Por fim, em São José do Sabugi, existe o Parque Lagoa 2, com capacidade de 31,5 MW e administrado pela Lagoa 2 Energia Renovável S.A.

Esses, por estarem localizados em áreas serranas, foram favorecidos pelo fato de existir o chamado “Corredor de Ventos”, o qual apresenta uma velocidade média anual de aproximadamente 7,7 m/s, o que permite a implantação e a operação dos parques eólicos (PARAÍBA, 2018). Dessa forma, apresenta-se o Quadro 21 com informações detalhadas acerca dos empreendimentos em operação na Paraíba.

Quadro 21 - Parques Eólicos no estado da Paraíba (Março/2023)

USINAS EM OPERAÇÃO					
USINA	POTÊNCIA OUTORGADA (MW)	POTÊNCIA FISCALIZADA (MW)	DATA DE OPERAÇÃO	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
Millennium	10,2	10,2	28-11-2007	SPE Millenium Central Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Presidente	4,8	4,8	14-01-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Coelhos IV	4,8	4,8	14-01-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Mataraca	4,8	4,8	14-01-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Atlântica	4,8	4,8	17-01-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Albatroz	4,8	4,8	31-01-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Camurim	4,8	4,8	31-01-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Caravela	4,8	4,8	31-01-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Coelhos II	4,8	4,8	10-02-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Coelhos III	4,8	4,8	05-03-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Coelhos I	4,8	4,8	05-03-2009	Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A	Mataraca – PB
Vitória	4,5	4,5	28-11-2010	Cardus Energia Ltda	Mataraca – PB
Canoas	31,5	31,5	30-09-2017	Canoa Energia Renovável S.A	São José do Sabugi – PB
Lagoa II	31,5	31,5	30-09-2017	Lagoa 2 Energia Renovável S.A	São José do Sabugi – PB
Lagoa I	31,5	31,5	31-10-2017	Lagoa 1 Energia Renovável S.A	Santa Luzia – PB
Chafariz VII	34,65	34,65	29/07/2021	Chafariz 7 Energia Renovável S.A	Santa Luzia – PB
Chafariz I	34,65	34,65	13/08/2021	Chafariz 1 Energia Renovável S.A	Santa Luzia – PB
Chafariz VI	31,185	31,185	24/08/2021	Chafariz 6 Energia Renovável S.A	Santa Luzia – PB

Chafariz II	34,65	34,65	15/09/2021	Chafariz 2 Energia Renovável S.A	Santa Luzia – PB
Chafariz III	34,65	34,65	25/09/2021	Chafariz 3 Energia Renovável S.A	Santa Luzia – PB
Chafariz V	34,65	34,65	25/09/2021	Chafariz 5 Energia Renovável S.A	Santa Luzia – PB
Chafariz IV	34,65	34,65	21/10/2021	Chafariz 4 Energia Renovável S.A	Areia de Baraúnas - PB / Santa Luzia - PB
Ventos de Arapuá I	24,255	24,255	11/11/2021	Ventos de Arapuá 1 Energia Renovável S.A	Areia de Baraúnas - PB / Santa Luzia – PB
Ventos de Arapuá II	34,65	34,65	11/11/2021	Ventos de Arapuá 2 Energia Renovável S.A	Areia de Baraúnas - PB / Santa Luzia – PB / São Mamede - PB
Ventos de Arapuá III	13,8	13,8	11/11/2021	Ventos de Arapuá 3 Energia Renovável S.A	Areia de Baraúnas – PB / São Mamede - PB
Lagoa IV	20,79		03/12/2021	Lagoa 4 Energia Renovável S.A	Santa Luzia – PB
Lagoa III	34,65	34,65	18/12/2021	Lagoa 3 Energia Renovável S.A	São José do Sabugi – PB
Canoas II	34,65	34,65	31/12/2021	Canoas 2 Energia Renovável S.A	Santa Luzia - PB
Canoas III	34,65	34,65	31/12/2021	Canoas 3 Energia Renovável S.A	São José do Sabugi – PB / Santa Luzia - PB
Canoas IV	34,65	34,65	31/12/2021	Canoas 4 Energia Renovável S.A	São José do Sabugi – PB
Serra do Seridó IX	48,5	48,5	28/10/2022	Parque Eólico Serra do Seridó 9 S.A	Junco do Seridó - PB
Serra do Seridó VI	44,0	44,0	27/12/2022	Parque Eólico Serra do Seridó 6 S.A	Junco do Seridó - PB

Fonte: SIGA ANEEL, (2023)

Diante dos dados expostos, o estado da Paraíba apresentava em operação uma potência outorgada e fiscalizada de 721,94 MW no mês de março de 2023. Após a finalização da construção das sete novas usinas que apresentam obras iniciadas, o estado contará com mais 262,845 MW de potência. Desse modo, considerando também as quarenta e três usinas que ainda não tiveram suas obras iniciadas, mas que já estão licenciadas e com dados disponíveis no SIGA (Março/2023), será incorporado ao sistema elétrico nacional mais 1.413,3 MW, resultando em um total de 82 parques eólicos com capacidade total de 2.398,085 MW de potência outorgada.

De acordo com estudos realizados e apresentados no Atlas Eólico da Paraíba, o estado apresenta sete áreas com elevado potencial para o desenvolvimento das atividades de produção energética de fonte eólica *Onshore*. Diferentemente de outros estados da federação, principalmente do Nordeste, que apresentam consideráveis parques eólicos em zonas costeiras, estima-se que 89% de todo potencial estimado na Paraíba encontra-se localizado nas áreas de serra e do planalto da Borborema (PARAÍBA, 2018).

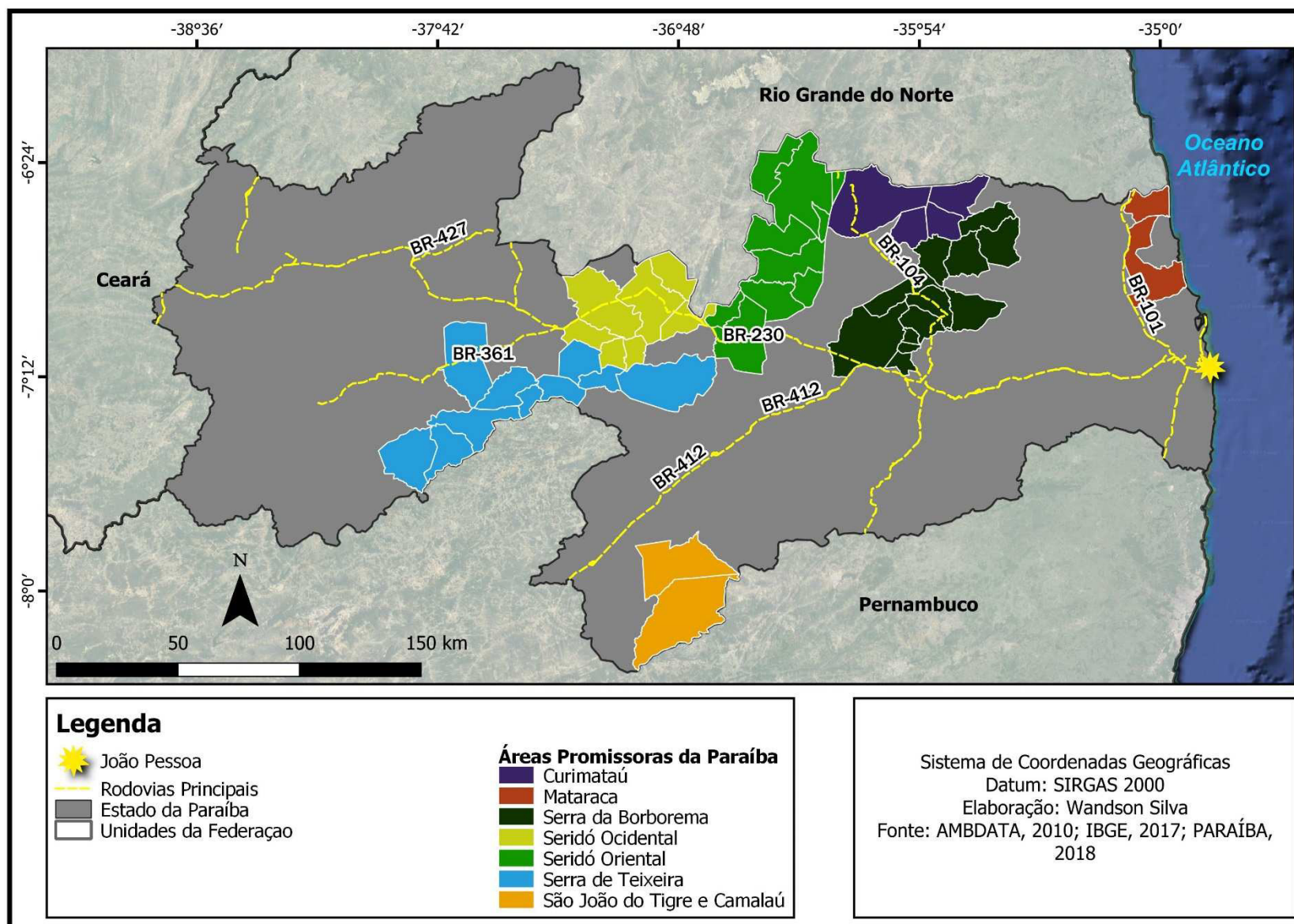
Em relação às áreas que apresentam potencial para a instalação e a operação de empreendimentos eólicos, a Paraíba possui sete áreas, as quais são denominadas: Mataraca, Curimataú, Serra de Teixeira, Seridó Oriental, Seridó Ocidental, Serra da Borborema, São João do Tigre e Camalaú, como pode ser observado por meio dos dados relacionados à capacidade instalável presentes no Quadro 22 e, graficamente, na Figura 4, considerando os dados do Atlas Eólico da Paraíba ano 2018. (PARAÍBA, 2018).

Quadro 22 - Estimativa do Potencial Eólico na Paraíba

ÁREA	CAPACIDADE MÁXIMA INSTALÁVEL (MW)
Mataraca	317 MW
Curimataú	959 MW
Serra da Borborema	1.475 MW
Seridó Oriental	3.989 MW
Seridó Ocidental	1.452 MW
Serra de Teixeira	1.236 MW
São João do Tigre e Camalaú	451 MW

Fonte: Paraíba (2018).

Figura 4 - Áreas com Potencial Eólico *OnShore* na Paraíba



É perceptível, a partir do exposto no Quadro 22, observar que a Paraíba apresenta consideráveis áreas promissoras para a implantação de parques eólicos. Com as informações apresentadas no Atlas Eólico da Paraíba e os incentivos apresentados na Política Estadual de Incentivo à Geração e Aproveitamento da Energia Solar e Eólica (Lei n. 10.720/2016), foram gerados incentivos para a participação de novos projetos nos leilões de concessão e implantação de novos empreendimentos geradores.

Para o entendimento de que essas áreas são as que apresentam maiores potenciais para a implantação de novos parques eólicos, foram levados em consideração a interrelação dos elementos atmosféricos e as formas de relevo. No entanto, para o desenvolvimento da atividade elétrica de fonte eólica, além de conhecer o potencial das áreas promissoras, é necessário pensar nas características físico-naturais, na infraestrutura disponível, na legislação ambiental local, nas políticas de incentivos, na existência de Áreas de Proteção Ambiental, nas comunidades envolvidas e na configuração socioterritorial.

Em relação ao potencial de geração de energia a partir de fonte eólica *onshore* no estado da Paraíba e considerando a altura das torres e a velocidade dos ventos $\geq 6,5$ m/s, $\geq 7,5$ m/s e $\geq 8,5$ m/s, apresenta-se a capacidade instalável e as perspectivas da produção anual de energia em TWh no Quadro 23. No caso brasileiro e tendo por base os resultados dos leilões públicos direcionados à comercialização de energia, nota-se a viabilização de aproveitamento eólico com velocidades anuais médias a partir de 7,5 m/s (PARAÍBA, 2018).

Quadro 23 - Potencial de Geração Eólica *Onshore* na Paraíba

Altura	Velocidade do Vento	Capacidade Instalável (GW)	Produção Anual de Energia (TWh)
150	≥ 6.5	63,0	238,09
120		51,6	186,02
100		34,7	123,91
70		14,0	49,93
150	≥ 7.5	17,1	73,13
120		10,2	43,29
100		6,3	26,76
70		1,9	8,09
150	≥ 8.5	2,3	10,58
120		1,0	4,41
100		0,6	2,57
70		0,1	0,57

Fonte: Adaptado de Paraíba (2018).

Os dados apresentados no Quadro 23 retratam estimativas em relação ao potencial produtivo, tendo por base a combinação da velocidade média dos ventos, a capacidade instalável e as perspectivas da produção anual de energia, considerando a localização e as características de cada empreendimento. Além dos parques eólicos que já operam no estado, sete novos parques estão em fase de construção, localizados em dois municípios paraibanos, Junco do Seridó e Santa Luzia. A seguir, o Quadro 24 apresenta informações acerca de cada empreendimento, potência outorgada e localidade.

Quadro 24 - Empreendimentos Eólicos em Construção na Paraíba-2023

EMPREENDIMENTOS	POTÊNCIA OUTORGADA (MW)	MUNICÍPIOS (PB)
Serra do Seridó II	16,5	Junco do Seridó
Serra do Seridó III	44,0	Junco do Seridó
Serra do Seridó IV	44,0	Junco do Seridó
Serra do Seridó VII	44,0	Junco do Seridó
Serra do Seridó XI	34,65	Santa Luzia
Serra do Seridó XII	41,58	Santa Luzia
Serra do Seridó XIV	38,115	Junco do Seridó

Fonte: Adaptado de ANEEL - SIGA (Março/2023).

Somado aos empreendimentos em construção, existem quarenta e três usinas produtoras planejadas, mas que ainda não tiveram suas obras iniciadas, embora no SIGA já se encontrem cadastradas. Tais empreendimentos devem abranger onze municípios do estado da Paraíba. O Quadro 25 apresenta dados acerca desses empreendimentos.

Quadro 25 - Empreendimentos Eólicos com obras não iniciadas na Paraíba-2023

EMPREENHIMENTOS	POTÊNCIA OUTORGADA (MW)	MUNICÍPIOS (PB)
Fragata I	31,5	Araruna - Riachão
Fragata II	36,0	Araruna
Fragata III	45,0	Araruna - Riachão
Fragata IV	36,0	Araruna – Cacimba de Dentro
Fragata V	40,5	Araruna – Cacimba de Dentro - Cuité
Fragata VI	40,5	Araruna – Cacimba de Dentro - Cuité
Fragata VII	22,5	Araruna - Riachão
Frei Damião I	33,0	Damião
Frei Damião II	38,5	Damião
Frei Damião III	38,5	Damião
Frei Damião IV	33,0	Damião
Frei Damião V	33,0	Damião
Serra da Borborema I	43,4	Areial
Serra da Borborema II	49,6	Pocinhos
Serra da Borborema III	37,2	Pocinhos
Serra da Borborema IV	43,4	Pocinhos
Serra da Borborema V	37,2	Esperança
Serra da Palmeira I	36,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira II	30,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira III	24,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira IV	30,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira IX	24,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira V	36,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira VI	24,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira VII	30,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira VIII	24,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira X	30,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira XI	24,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira XII	24,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira XIII	42,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira XIV	24,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira XIX	30,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira XV	36,0	Pedra Lavrada

Serra da Palmeira XVI	24,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira XVII	30,0	Nova Palmeira – Pedra Lavrada
Serra da Palmeira XVIII	18,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira XX	24,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira XXI	24,0	Nova Palmeira
Serra da Palmeira XXII	24,0	Pedra Lavrada
Serra da Palmeira XXIII	36,0	Nova Palmeira
Serra do Seridó	38,5	Junco do Seridó
Serra do Seridó	49,5	Junco do Seridó
Serra do Seridó	38,5	Junco do Seridó

Fonte: Adaptado de ANEEL - SIGA (Março/2023).

Após a finalização dos empreendimentos que estão em fase de construção e dos empreendimentos que ainda não tiveram suas obras iniciadas, o estado da Paraíba contará com um total de 82 usinas eólicas em operação. Toda energia produzida e comercializada contribuirá, significativamente, para a matriz elétrica brasileira, principalmente por ser uma energia de fonte alternativa sustentável; entretanto, acarretará novas perspectivas e novos desafios a serem enfrentados, tanto do ponto de vista ambiental quanto do social.

2.3.5 Energia de Fonte Eólica: Considerações acerca dos Impactos Socioambientais

No âmbito dos estudos socioambientais, é possível identificar inúmeros impactos que desestabilizam os ecossistemas naturais. Ao se discutir a geração de energia elétrica de fonte eólica, muitos estudos demonstram por um lado o aspecto da sustentabilidade, por ser uma fonte renovável limpa; e, por outro, os problemas gerados pela instalação de empreendimentos geradores que impactam de forma danosa o meio e, por conseguinte, as comunidades que habitam próximas aos parques eólicos.

Apesar da geração da energia de fonte eólica ser considerada uma fonte limpa e sustentável, a instalação dos parques eólicos desencadeia uma sequência de danos ao meio ambiente. Dessa forma, a construção desses parques pode afetar negativamente os ecossistemas, tanto terrestres quanto aquáticos, e, consequentemente, alterar os padrões naturais dos habitats, perturbando espécies

que apresentam alguma sensibilidade às alterações (PERROW, 2012). Além dos impactos relacionados ao meio natural, percebe-se, também, alguns de ordem social. Wolsink (2007) afirma que a instalação dos parques eólicos pode ocasionar diversos conflitos sociais, principalmente devido à localização geográfica dos parques; quando próximos das comunidades humanas, há transformações na paisagem e nos valores culturais locais.

Burton *et al.* (2001) enfatiza que os impactos ambientais provenientes da geração de energia de fonte eólica apresentam um caráter específico e está diretamente associado à localização destinada à instalação dos parques eólicos. No caso da Europa, que apresenta a maior experiência com operação de parques eólicos, percebe-se por meio de estudos, que os maiores impactos estão relacionados ao impacto visual (estético), ao ruído acústico (sonoro) e aos impactos sobre a fauna local.

Para Ruiz e Serrano (2008), é preciso elencar critérios que permitam atribuir um valor aos impactos ambientais relacionados aos parques eólicos tais como: os impactos sobre o solo, gerados pela preparação do terreno para instalação dos equipamentos; as formas do relevo, o que pode acarretar em severos processos erosivos; a supressão da vegetação; a destruição de habitats naturais que afugenta a fauna local; os patrimônios arqueológicos e geológicos; e a paisagem. Ao partir do campo da observação, o primeiro aspecto visível corresponde às transformações nas paisagens. Indiscutivelmente, a inserção dos aerogeradores gera um impacto visual, associado às alterações no meio oriundas do processo de instalação dos equipamentos. Nesse sentido, é preciso considerar as peculiaridades de cada parque eólico, especialmente no que diz respeito aos aspectos naturais locais e às características socioespaciais.

De acordo com Verdum *et al.* (2020), para realização de estudos acerca dos impactos gerados pela instalação dos aerogeradores na paisagem, torna-se necessário compreender a percepção da população sobre o que é a paisagem, o que eles identificam como representantes das formas e das funções dos elementos expostos e como essas pessoas observam a evolução da paisagem a partir do tempo. Dessa forma, é possível analisar a visão acerca da paisagem passada, presente e futura, de modo a considerar que essas transformações têm início desde o processo de instalação até a operação dos parques eólicos.

De modo geral, percebe-se na literatura que não existe uma unanimidade por parte da população residente próximo aos parques eólicos acerca dos impactos negativos na paisagem. As percepções são distintas em relação à disposição dos aerogeradores, os quais podem ser vistos como algo que transforma a paisagem, como também podem ser percebidos apenas como algo que compõem a paisagem. Inclusive, em alguns lugares são observados como atrativos turísticos, de modo que Brannstrom *et al.* (2018) afirma que os parques eólicos em Galinho no Rio Grande do Norte foram incluídos na rota turística pelos bugueiros e barqueiros da localidade.

No entanto, alguns ambientalistas e pesquisadores brasileiros colocam em pauta questionamentos em relação aos impactos visuais, principalmente em relação ao significativo número de empreendimentos geradores de energia de fonte eólica situados em dunas de areias e ambientes de interesse turístico (Pinto *et al.*, 2014). Meireles (2011) afirma que as dunas apresentam características dinâmicas que geram movimentos ao longo dos dias. Ao ser implantado um parque eólico existe o comprometimento da migração natural da duna, que pode ser alterada, ou, ainda, deixar de acontecer, resultando em outros problemas no ecossistema.

Ainda sobre áreas costeiras, Moreira *et al.* (2013) mostram em seu estudo que os parques eólicos são motivo de considerável insatisfação entre as comunidades de pescadores tradicionais e marisqueiros, pelo fato de, muitas vezes, serem impedidos de transitar nos arredores de suas comunidades, como também serem privados do direito de acesso às praias, às dunas e às lagoas, sendo impactados no desenvolvimento de seus trabalhos e na prática do lazer.

Essa realidade não se apresenta apenas em áreas litorâneas, pois, com o crescimento da implantação de parques eólicos no Brasil, várias comunidades tradicionais apresentam impactos diversos, dentre eles, destacam-se as questões relacionadas à privatização de áreas públicas, o deslocamento de populações, de modo especial tradicionais e camponesas, e as restrições impostas sobre os recursos naturais e atividades, tais como pesca e agricultura familiar (PORTO *et al.*, 2013).

Outro problema visível e discutido são as aberturas ou o alargamento das estradas que possibilitam o tráfego de equipamentos e o acesso aos aerogeradores. Esse impacto está relacionado à supressão da vegetação e à terraplanagem ou asfaltamento das vias. Costa *et al.* (2019) relata em seus estudos que a população que reside próximo às vias apresentam maiores problemas; a lama no período

chuvoso prejudica o acesso às comunidades e a poeira nos períodos de estiagem gera problemas respiratórios.

É notório que a retirada da vegetação nativa e a construção de infraestruturas associadas à implantação dos parques eólicos podem alterar drasticamente a paisagem e comprometer serviços ecossistêmicos importantes. Nesse sentido, pode-se mencionar que essas ações afetam a regulação hídrica e a conservação do solo (BARTHELMESS; BROOKS, 2010). Com isso, o desmatamento e a erosão do solo caracterizam-se como desafios durante a construção dos parques eólicos, principalmente pelo fato de que as escavações, a abertura de estradas e as fundações podem ocasionar impactos nocivos ao bioma local. Com a supressão da vegetação, o solo fica exposto a intempéries de modo a resultar no processo erosivo. Assim, a recuperação do meio ambiente afetado pode durar um longo tempo (GONG, 2004).

Associado a essa infraestrutura necessária à instalação e à operação dos parques eólicos, observa-se o afugentamento de espécies da fauna e da avifauna. Lima *et al.* (2017) enfatiza que quando instalados os aerogeradores os habitats naturais sofrem um processo de degradação, o que resulta em uma alteração dos locais de pouso, nidificação, reprodução, alimentação e nas rotas migratórias de determinadas espécies. Portanto, os estudos ambientais precisam conhecer as rotas migratórias e os locais de reprodução para que esses impactos sejam minimizados.

Para Taylor (2010) a implantação dos parques eólicos desencadeia impactos significativos para a avifauna local, de modo específico, para as aves migratórias e as de rapina, pois essas habitam áreas de ventos fortes. Logo, o movimento das pás que compõem os aerogeradores podem gerar atritos com essas aves e causar a mortandade em determinadas regiões.

Alguns estudos apontam que os parques eólicos apresentam ruídos que interferem na dinâmica natural em uma escala local. De acordo com LOPEZ (2012), uma turbina eólica emite ruídos na faixa de 40 decibéis (dB), quando é possível perceber que acima de 30 db já podem ser percebidos alguns efeitos psíquicos no ser humano, por isso, normas estabelecem o afastamento mínimo entre as turbinas eólicas e as habitações. Nesse contexto, Sun *et al.* (2008) demonstra em seus estudos que o nível de pressão sonora a uma distância de 40 metros de uma turbina eólica pode variar entre 50 e 60 db. Portanto, quando se trata de um parque eólico, o nível de ruído a uma determinada distância estará associado à quantidade de aerogeradores em operação.

Segundo Kaldellis *et al.* (2012), as turbinas geradoras de energia de fonte eólica geram dois tipos de ruídos, os mecânicos e os aerodinâmicos. O mecânico é caracterizado pelo ruído ocasionado pelas peças mecânicas e elétricas. Já o aerodinâmico ocorre pela interação entre as lâminas e o ar, tendo a combinação de ambos como emissor dos ruídos emitidos pelas turbinas

Pinto (2013) corrobora isso ao apontar que os ruídos gerados pelas turbinas eólicas são contínuos e apresentam baixa frequência, de modo que podem configurar como impactos negativos no cotidiano dos seres humanos e animais, ao criar a possibilidade de efeitos fisiológicos, como náuseas e dores de cabeça. Assim, a exposição contínua ao ruído pode apresentar danos para as comunidades que estão fixadas próximas dos parques geradores de energia de fonte eólica, caracterizando-se como um impacto cumulativo.

A geração de energia de fonte eólica apresenta tanto impactos positivos na lógica da sustentabilidade quanto impactos negativos quando observados os moldes de implantação dos parques eólicos. Portanto, a expansão da geração de energia de fonte eólica no Brasil pode gerar contribuições significativas para minimizar as emissões de gases efeito estufa, porém, faz-se necessário mitigar os impactos ambientais associados aos processos de instalação e de operação dos parques eólicos (FREITAS; OLIVEIRA, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo aborda os resultados obtidos a partir das informações levantadas, das observações em campo e dos registros fotográficos das áreas onde existem parques eólicos em operação, bem como as com parques eólicos em construção, no estado da Paraíba. Apresentam-se os impactos ambientais decorrentes da instalação e da operação dos empreendimentos geradores de energia eólica no estado.

3.1 Observação dos Impactos nos Parques Eólicos em construção no estado da Paraíba

Uma realidade encontrada em território paraibano corresponde às obras de implantação de empreendimentos geradores de energia eólica em vários municípios do estado, assim como a perspectiva de novos empreendimentos nos próximos anos. Tudo isso motivado pela potencialidade de geração de eletricidade a partir da fonte eólica. Foi realizada observação e levantamento de informações acerca da construção do Complexo Eólico Serra do Seridó, o qual está em fase de construção e localizado nos municípios de Santa Luzia e Junco do Seridó. Desse modo, apresenta-se o Quadro 26 com a identificação dos empreendimentos que compreendem o referido complexo eólico.

Quadro 26 - Identificação dos Parques Eólicos em Construção-2023

NOME DO PARQUE EÓLICO (EOL)	NÚMERO DE AEROGERADORES	POTÊNCIA INSTALADA TOTAL DO PARQUE (MW)
Serra do Seridó II	06	33,0
Serra do Seridó III	08	44,0
Serra do Seridó IV	08	44,0
Serra do Seridó VI	09	49,5
Serra do Seridó VII	08	44,0
Serra do Seridó IX	09	49,5
Serra do Seridó X	06	34,8
Serra do Seridó XI	08	46,4
Serra do Seridó XII	07	40,6
Serra do Seridó XIV	09	52,2
Serra do Seridó XVI	08	46,4
Serra do Seridó XVII	06	34,8

Fonte: ANEEL, 2023

A partir dos dados apresentados acerca dos parques eólicos em construção, percebe-se um total de doze novos empreendimentos, os quais serão formados por um total de 92 aerogeradores e uma potência instalada total de 519,2 MW. A fase de construção gera alguns danos ao meio ambiente, os quais foram observados e elencados na listagem (*Check-List*) apresentada no Quadro 27.

Quadro 27 - Ações impactantes em Santa Luzia e Junco do Seridó-2023

Listagem de Impactos Ambientais nos Empreendimentos Geradores de Energia Eólica					
CHECK - LIST					
MUNICÍPIO: Santa Luzia e Junco do Seridó – PB/Janeiro de 2023					
FASE	Em Construção (x) Em Operação ()				
AÇÕES IMPACTANTES	Escala	Temporalidade	Condição	Importância	Ordem
- Uso e ocupação do solo	L	P	R	S	D
- Deslocamento da fauna	L	P	R	M	I
- Supressão da vegetação	L	P	R	S	D
- Focos de erosão	L	P	R	M	I
- Abertura de estradas	L	P	I	M	D
- Aumento do fluxo de veículos	L	P	I	M	D
- Alteração do fluxo hídrico	NA	NA	NA	NA	NA
- Alterações do solo	L	T	R	M	D
- Alteração do relevo	L	P	I	M	D
- Aterramento	NA	NA	NA	NA	NA
- Alteração em áreas dunares	NA	NA	NA	NA	NA
- Emissão de gases	NA	NA	NA	NA	NA
- Emissão de ruídos	NA	NA	NA	NA	NA
- Desconforto visual	NA	NA	NA	NA	NA
- Alteração na paisagem	L	P	I	M	D
- Geração de resíduos sólidos	NA	NA	NA	NA	NA
- Riscos de acidentes	L	T	R	M	D
- Presença de agricultura	NA	NA	NA	NA	NA
- Alteração dos ecossistemas	L	P	I	S	D
- Geração de empregos	NA	NA	NA	NA	NA
- Ações mitigadoras	NA	NA	NA	NA	NA
- Ações compensatórias	NA	NA	NA	NA	NA
LEGENDA					
Conceituação dos Atributos.	Escala: Local (L); Regional (R).				
	Temporalidade: Temporário (T); Permanente (P).				
	Condição: Reversível (R); Irreversível (I).				
	Importância: Significativo (S); Moderado (M).				
	Ordem: Direta (D); Indireta (I).				
Não se Aplica: (N/A).					

Fonte: Organizado pelo autor.

Os impactos observados estão diretamente ligados à infraestrutura local necessária para a implantação de um empreendimento gerador de energia. Nesse

sentido, compreende-se que o ponto de partida é a estrutura viária, a qual precisa apresentar condições favoráveis ao tráfego de grandes equipamentos. No caso da Paraíba, em especial dos municípios de Santa Luzia e Junco do Seridó, o acesso se dá pela Rodovia BR-230, a qual apresenta perfeitas condições. Foi possível perceber que, nas proximidades de acesso aos empreendimentos geradores, foi necessário realizar obras de alargamento da rodovia, como observado na Figura 5.

Figura 5 - Alargamento da Rodovia BR-230



Fonte: De autoria própria, 2023.

Isso ocorreu em virtude das longas extensões dos caminhões que transportam as partes que compõem os aerogeradores. Com isso, o alargamento é necessário para que os caminhões consigam realizar as manobras e seguir em direção aos locais de instalação dos referidos equipamentos. Apresenta-se a Figura 6 e a Figura 7, por meio das quais é possível observar um caminhão com 81,65 metros de comprimento e 4,5 metros de largura transportando uma das pás de um aerogerador.

Figura 6 - Transporte de Equipamentos

Fonte: De autoria própria, 2023.

Figura 7 - Comprimento do Caminhão

Fonte: De autoria própria, 2023.

Quanto à realização do levantamento em campo, esse alargamento das rodovias encontra-se associado à questão da abertura de novas estradas de acesso, processo que pertence ao empreendimento gerador. Posto isto, compreende-se que a abertura de estradas se configura como um impacto de escala local e temporalidade permanente. Sendo assim, a condição da ação é irreversível, de importância moderada e, portanto, ordem direta.

Com a criação de novas vias de acessos, consequentemente, surge um outro impacto, o aumento do número de veículos. Notadamente, esse fluxo é característico do processo que compreende a fase de instalação do empreendimento, ou seja, a demanda por equipamentos e materiais faz com que haja uma maior movimentação de automóveis no local do empreendimento.

Acerca desse impacto, é importante ressaltar que ele foi identificado no período de observação *in loco* dos impactos provenientes da fase de construção. Percebe-se que a ação impactante é de ordem direta em uma escala local. Como todo e qualquer impacto, torna-se imprescindível considerar a temporalidade, que nesse caso, apresenta-se como permanente e de importância moderada. A partir do conjunto dos atributos associados à ação impactante, entende-se que o impacto é irreversível.

Como efeito, os impactos geram novos impactos, e, na maioria das vezes, diferenciam-se em relação à gravidade, a depender da área de ocorrência. A ação impactante ora observada acerca dos riscos de acidentes, relaciona-se aos riscos de acidentes envolvendo o fluxo de veículos que transitam nas áreas de obras dos parques eólicos, os quais estão apresentados em uma ordem direta e em uma escala

local. Nesse caso específico, ao considerar que o risco identificado está ligado à movimentação dos transportes de mercadorias, entende-se que o impacto apresenta uma temporalidade temporária, a condição reversível e a importância moderada.

Em relação à infraestrutura, um outro ponto observado refere-se aos canteiros de obras, compostos pela disposição de materiais que são utilizados na construção das plataformas de sustentação dos aerogeradores e das áreas disponibilizadas para alojamentos dos profissionais que trabalham na obra. A Figura 8 apresenta a localização da área destinada às estruturas de apoio no processo de construção.

Figura 8 - Estruturas de Apoio à Construção do Empreendimento



Fonte: De autoria própria, 2023.

A partir da Figura 8, nota-se uma estrutura de alojamentos, áreas para disposição de materiais de construção e caminhões. Toda essa estrutura montada serve de apoio para a construção do complexo eólico. Ressalta-se, também, que essa área é restrita aos profissionais que compõem o quadro de funcionários da empresa responsável pela fase de construção das vias de acesso e das plataformas de sustentação dos aerogeradores.

Para a criação de novas vias de acessos e para a implantação dos aerogeradores, algumas áreas precisam ter a vegetação suprimida. Esse impacto tem relação com a fragilidade da vegetação nativa, isto é, vegetação típica do bioma Caatinga. Nesse sentido, quando observados e analisados os aspectos visualizados em campo, foi possível compreender que esse impacto está inserido em uma escala

local e apresenta temporalidade permanente; a importância é bastante significativa e de ordem direta. No entanto, a condição desse impacto é reversível.

Outro aspecto levantado diz respeito às alterações no relevo realizadas após a retirada da vegetação. Verificou-se, também, que a construção do complexo eólico está interligada às linhas de transmissão, equipamento necessário para a distribuição da eletricidade produzida nos parques eólicos. Acerca da alteração do solo, compreende-se que o impacto apresenta escala local, temporalidade permanente e condição irreversível. Sobre a importância, considera-se moderada em uma ordem direta.

Com a alteração do relevo, surge o impacto referente às alterações no solo, ou seja, os solos afetados perdem nutrientes e se tornam frágeis. Assim, a escala dessa ação configura-se como local e de ordem direta. Portanto, a temporalidade característica desse impacto é temporária, de importância moderada e condição reversível. Esse conjunto de atributos foram considerados pelo fato da possibilidade de estabilização das alterações no relevo a partir de técnicas específicas.

Em consequência da alteração do relevo e das alterações provocadas no solo, surgem pontos de erosão. No momento da observação, esses focos apresentam condição reversível, temporalidade permanente e escala local. A ordem do impacto é direta e a importância moderada. Essas características podem ser observadas, a seguir, na Figura 9.

Figura 9 - Supressão da Vegetação e Alterações no Relevo



Fonte: De autoria própria, 2023.

A partir dos elementos observados em campo e que podem ser analisados por meio da Figura 5, percebe-se que ocorreram alterações na vegetação e no relevo na área que compreende o empreendimento gerador de energia. Já é possível caracterizar a presença de vários focos de erosão, os quais estão em processo inicial, bem como em fase moderada. Caso não seja atribuída uma ação mitigadora, o impacto pode se tornar irreversível. Ademais, nota-se a proximidade de moradias nessas áreas degradadas.

Com essas alterações realizadas no ecossistema local, existe um deslocamento da fauna nativa, de modo forçado pela ação humana, o que se caracteriza como um impacto. Nesse cenário, percebe-se que ocorre em uma escala local e em uma ordem indireta, já a temporalidade é permanente, de condição reversível e importância moderada.

Indiscutivelmente, toda ação de construção ou transformação de um determinado espaço gera alterações na paisagem, seja em uma paisagem artificial ou natural. Ao considerar os aspectos elencados e observados, infere-se que a alteração na paisagem se dá em uma escala local, com uma temporalidade permanente, a condição é irreversível, de importância moderada e ordem direta.

Por fim, dois impactos se configuram como de maior importância no contexto das ações impactantes da área analisada, o primeiro tem relação com o uso e a ocupação do solo, o qual se apresenta numa escala local, temporalidade permanente e condição reversível pela dinâmica que se estabelece entre o homem e o meio. Entende-se a importância como significativa e a ordem direta do impacto. Já o segundo, diz respeito às alterações nos ecossistemas, esse impacto pode ser considerado como sendo o resultado de todas as ações impactantes que interferem na dinâmica natural do meio. Assim, entende-se como sendo um impacto em escala local, de ordem direta e com importância significativa. A temporalidade característica é permanente e a condição irreversível.

3.2 Observação dos Impactos nos Parques Eólicos em Operação no estado da Paraíba

Como mencionado em capítulo anterior, o município de Mataraca foi o primeiro a receber empreendimentos geradores de energia eólica no estado da Paraíba. Esse fato foi um marco experimental do setor energético de fonte eólica no estado, como

também despertou a atenção para possíveis consequências negativas decorrentes da inserção desses empreendimentos em uma zona costeira. A zona costeira apresenta uma extensa área com a presença de ecossistemas contíguos (MMA, 2006), e, portanto, com singularidades e fragilidades que requerem atenção especial. Tal zona é caracterizada por ambientes de transição entre oceano e continente, sua dinâmica é resultante de diversas variáveis (KLUMB-OLIVEIRA; FUKAI, 2020).

Os ecossistemas costeiros apresentam complexidade ambiental e dinamismo, esses fatores se expressam por suas diferentes interações, serviços, benefícios, conflitos e impactos resultantes de seu uso e sua ocupação, o que acarreta problemas ambientais e socioeconômicos. Ao passo disso, surgem desafios que aumentam as incertezas nos processos de decisão nessas áreas, os quais precisam ser incubidos aos sistemas de gestão ambiental (BREMER; GLAVOVIC, 2013).

Ao considerar que os parques eólicos no Brasil, em sua maioria, encontram-se localizados em áreas litorâneas, é importante mencionar os danos ambientais causados nessas áreas durante a implantação e a operação dos empreendimentos eólicos. Dados de 2018 mostram que 46% das turbinas geradoras de energia eólica estavam situadas na faixa de 25 km do litoral e 26% estavam localizadas a 5 km de distância da costa brasileira (BRANNSTROM, *et. al.* 2018).

Após a realização das observações em campo, foi possível perceber que os referidos parques eólicos apresentam indícios de danos ambientais, inclusive, com resquícios de impactos gerados na fase de implantação dos empreendimentos. Ao longo dos anos, desde a fase de construção até os dias atuais, a natureza, e seu poder de resiliência, minimizou alguns impactos, uma vez que os empreendimentos se encontram em áreas pouco povoadas e de pouco tráfego de pessoas e automóveis.

Diante do exposto, foi utilizada uma Listagem de impactos ambientais, a partir de ações impactantes, organizado em formato de *Check-List*. Com esse procedimento, foi possível sistematizar os impactos observados em campo, suas causas e seus efeitos diretos ou indiretos ao meio ambiente. A seguir, o Quadro 28 contém os resultados obtidos no município de Mataraca, considerando a operacionalização dos empreendimentos eólicos e as características naturais locais.

Quadro 28 - Ações Impactantes em Mataraca-PB/2020

Listagem de Impactos Ambientais nos Empreendimentos Geradores de Energia Eólica CHECK - LIST					
MUNICÍPIO: Mataraca – PB/Março de 2020					
FASE	Em Construção () Em Operação (x)				
AÇÕES IMPACTANTES	Escala	Temporalidade	Condição	Importância	Ordem
- Uso e ocupação do solo	L	P	R	S	D
- Deslocamento da fauna	L	P	R	M	I
- Supressão da vegetação	L	P	R	S	D
- Focos de erosão	L	P	R	M	I
- Abertura de estradas	L	P	I	M	D
- Aumento do fluxo de veículos	L	P	I	M	D
- Alteração do fluxo hídrico	NA	NA	NA	NA	NA
- Alterações do solo	L	T	R	M	D
- Alteração do relevo	L	P	I	M	D
- Aterramento	NA	NA	NA	NA	NA
- Alteração em áreas dunares	L	P	I	M	D
- Emissão de gases	NA	NA	NA	NA	NA
- Emissão de ruídos	L	P	I	M	D
- Desconforto visual	L	P	I	M	D
- Alteração na paisagem	L	P	I	M	D
- Geração de resíduos sólidos	NA	NA	NA	NA	NA
- Riscos de acidentes	L	P	R	S	D
- Presença de agricultura	L	P	R	M	I
- Alteração dos ecossistemas	L	P	I	S	D
- Geração de empregos	NA	NA	NA	NA	NA
- Ações mitigadoras	NA	NA	NA	NA	NA
- Ações compensatórias	NA	NA	NA	NA	NA
LEGENDA					
Conceituação dos Atributos.	Escala: Local (L); Regional (R).				
	Temporalidade: Temporário (T); Permanente (P).				
	Condição: Reversível (R); Irreversível (I).				
	Importância: Significativo (S); Moderado (M).				
	Ordem: Direta (D); Indireta (I).				
Não se Aplica: (NA).					

Fonte: Organizado pelo Autor.

A partir do quadro exposto, verifica-se que para cada ação impactante foi atribuído um conceito, de forma a considerar a escala, a temporalidade, a condição, importância e a ordem. Alguns impactos apresentados na listagem consideram a localidade e as características naturais locais; assim, pela particularidade, algumas ações podem não ter sido observadas em determinado empreendimento e, nesse caso, o atributo inserido foi o “não se aplica”.

A seguir, há uma sequência (Quadro 29) com os impactos ambientais provocados pelos empreendimentos em Mataraca, os quais foram associados aos impactos registrados pelas imagens obtidas. Salieta-se que os referidos impactos consideram as fragilidades dos ecossistemas locais, uma vez que estão situados em zona costeira. Além disso, percebe-se a causa e a consequência da ação humana em virtude da construção do empreendimento gerador de energia eólica.

Quadro 29 - Impactos Ambientais em Mataraca – PB/2020

LOCALIDADE	IMPACTOS
Uso do Solo 	● Perda de diversidade de fauna e flora; ● Desmatamento; ● Processos erosivos.
Disposição de Vias de Acesso 	● Compactação do solo; ● Remoção de solo; ● Supressão da vegetação; ● Perda de diversidade de fauna e flora.
Residências próximas aos Parques 	● Presença de ruídos; ● Desconforto Visual.

Ausência de Cercas de Proteção 	● Riscos de choques elétricos.
Supressão da Vegetação 	● Desmatamento; ● Perda de biodiversidade local; ● Processos erosivos; ● Alteração na dinâmica natural local.
Visual 	● Impacto estético; ● Alteração na paisagem.

Fonte: De autoria própria, 2020.

A ocupação e o uso do solo em áreas costeiras requerem planejamento e ações que visem a preservação de áreas naturais. A implantação de empreendimentos que precisam de considerável infraestrutura para sua instalação e sua operação desencadeia danos ambientais que, na maioria das vezes, são irreversíveis. A partir de imagens de drone e observação *in loco*, como apresentado no Quadro 29, verifica-se que grandes extensões de terras que compõem os parques eólicos são utilizadas para o plantio de cana de açúcar. São áreas agricultáveis durante todo o ano, ou seja,

existe o uso compartilhado do solo entre a monocultura canavieira e a geração da energia eólica. Outra parcela dos parques está concentrada em áreas de preservação ambiental, como é o caso dos parques dunares, e uma parte em áreas de campos abertos, sem o uso da terra para fins agrícolas.

A questão envolvendo o cultivo da monocultura em correlação com a presença dos parques eólicos corresponde a um impacto local e que está em uma ordem indireta. O cultivo acontece durante todo o ano, caracterizando-se como permanente do ponto de vista da temporalidade e tem uma condição reversível, visto que a agricultura é um elemento transitório quando analisado os aspectos naturais de uma determinada área ou paisagem. Portanto, a ação impactante da presença da agricultura em relação aos empreendimentos de geração de energia eólica é moderada tendo em vista o fator de importância.

Com base nas observações e nos levantamentos dos impactos acerca do uso e ocupação do solo nas áreas que compreendem os empreendimentos eólicos, compreende-se que o impacto se configura em uma escala local e de forma permanente. Como espaço dinâmico, compreende-se que a condição é reversível, visto que ações mitigadoras podem ser incorporadas ao meio. A atual configuração mostra alterações sofridas nesse espaço ao longo do tempo, apresentando uma importância significativa de ordem direta.

Com as alterações observadas a partir do uso e da ocupação do solo, podem ser observados processos erosivos que surgem de ordem indireta, mas com grau de importância moderado. Entende-se, então, que os processos erosivos identificados, apesar de apresentarem uma escala local e uma temporalidade permanente, têm uma condição reversível, logo, há possibilidade de alteração a partir de projetos e ações mitigadoras, desde que os estágios não evoluam para uma escala maior.

Embora essas áreas sejam ocupadas pela agricultura, antes mesmo da implantação dos empreendimentos, novos arranjos foram criados para o acesso dos equipamentos, ou seja, para a disposição dos aerogeradores. Com isso, foram abertas diversas vias de acesso, como também alargadas estradas já existentes. Nota-se o grande número de estradas que permeiam os parques eólicos, de modo a perceber que houve um processo de compactação do solo. Essa realidade é encontrada nas áreas de Tabuleiros, onde estão localizados os parques, no entanto, esse mesmo processo também pode ser visualizado em áreas de dunas, o que desestabiliza a dinâmica natural local.

Do ponto de vista da ação impactante, a abertura de estradas configura-se como impacto local, porém de forma permanente. No atual cenário, e considerando a importância das estradas como forma de locomoção entre os aerogeradores, a condição é irreversível e corresponde ao requisito importância como moderado, visto que as estradas, uma vez construídas, permanecem estáticas desempenhando sua função de fluxo. Portanto, a abertura dessas estradas durante a implantação do empreendimento gerou um impacto de ordem direta.

Ao corroborar com esse entendimento, Meireles (2019) aponta como impactos ambientais os processos de terraplanagem e aterros, bem como cortes executados em dunas. Registra-se, além disso, a abertura de estradas de acesso a cada aerogerador, a supressão da vegetação nas dunas fixas, o transporte de grandes volumes de areia por meio de tratores e o soterramento de lagoas interdunares.

A partir da ação impactante de abertura de estradas, três outras ações que geram impactos ambientais estão associadas. A primeira é a alteração do solo, que diz respeito a uma escala local, a uma temporalidade temporária e a uma condição reversível. Considera-se, assim, a importância moderada e a ordem direta. Com isso, o impacto está presente, no entanto, com técnicas apropriadas de manuseio adequado, é possível implantar ações mitigadoras do impacto.

A segunda é a alteração no relevo, que se apresenta em uma escala local, em uma temporalidade permanente, pois, ao se alterar as feições do relevo, ele não volta a ter sua forma original ou natural. A importância é moderada, tendo em vista que as alterações foram realizadas de forma pontual, contudo, a ordem é direta e a condição associada ao impacto relacionado ao relevo é irreversível. A terceira ação associada à abertura de estradas é o fluxo de veículos, que se apresenta como um impacto de ordem direta; importância moderada, pelo fato de serem fluxos não intensos; e escala local. Ademais, é um impacto de temporalidade permanente e de condição irreversível.

Os campos de dunas fixas e móveis, quando há instalação de parques eólicos nesses ambientes, têm sua dinâmica superficial alterada pelo soterramento, a partir do processo de terraplanagem para instalação dos aerogeradores. Com isso, existe o aterramento de setores interdunares, bem como o corte nas cristas e cavas das dunas móveis e fixas, com o objetivo de construir vias de acessos que permitam fácil locomoção entre os setores administrativo, canteiros de obras, acesso aos dutos

subterrâneos dos cabos elétricos e a manutenção e monitoramento dos equipamentos industriais (MEIRELES, *et. al.* 2017).

A partir dessa perspectiva sobre os impactos nos campos dunares provenientes da ação de implantação dos empreendimentos, foi verificado que nos campos de dunas localizados em Mataraca a presença dos aerogeradores gera impacto em uma escala local. Quando analisada a temporalidade do efeito causado pelo dano, entende-se como permanente, visto que o aerogerador é um equipamento fixo no ambiente por um longo período de funcionamento. No que tange à importância do impacto, constata-se como moderado e de ordem direta. Portanto, a análise integrada dos atributos aponta para o fato de que a ação relacionada à alteração em áreas de dunas representa uma condição irreversível.

É perceptível, também, nos parques eólicos a questão envolvendo ruídos, em determinados momentos do dia, quando o vento sopra com mais intensidade, ocorre um aumento no ruído gerado pelo movimento das pás que constituem os aerogeradores. Não é um ruído contínuo, porém se intensifica com a força dos ventos. Compreende-se que, no período entre agosto e setembro, denominado de safra dos ventos no Nordeste brasileiro, esse ruído tende a aumentar e prejudicar quem vive próximo aos empreendimentos geradores de energia.

Sobre a ação impactante de emissão de ruídos, configura-se enquanto um dano irreversível, de ordem direta e caracterizado pela presença constante dos aerogeradores. No que se refere a esse impacto, conclui-se que o dano é local, ou seja, nas áreas que compreendem os empreendimentos geradores e suas proximidades territoriais. Em relação ao atributo temporalidade do impacto, considera-se permanente e de importância moderada. Cabe ressaltar a subjetividade em relação às questões envolvendo os ruídos gerados pelos aerogeradores, pois cada pessoa terá sua percepção acerca do incômodo sonoro, como também essa percepção muda a partir da distância de onde quem escuta reside.

É notório que, com o passar dos anos, surgem alguns problemas relacionados à falta de manutenção por parte das empresas proprietárias dos parques eólicos, principalmente no tocante às cercas que proíbem o acesso aos aerogeradores por parte de visitantes ou moradores locais. Existe uma susceptibilidade de ocorrência de acidentes, visto que os aerogeradores são energizados, o que pode acarretar choques elétricos. O Quadro 15 mostra claramente a falta de manutenção nas cercas de proteção do entorno do aerogerador.

Sobre essa questão, cabe ressaltar que os aerogeradores são equipamentos energizados e, portanto, apresentam riscos à população transeunte local. É um impacto que apresenta uma escala local, uma temporalidade permanente e é de ordem direta. Em se tratando da condição, entende-se como sendo reversível, desde que haja manutenção por parte dos responsáveis pelo empreendimento. No tocante à importância do impacto, pode ser considerada como significativa, pois, nesse quesito, a vida humana fica vulnerável a choques que podem causar morte.

No caso das áreas observadas, mesmo existindo placas de advertência enfatizando que o local é perigoso, o acesso acaba sendo livre e os aerogeradores estão localizados às margens das vias de acesso por onde passam os moradores durante todo o dia. É possível observar que muitos dos aerogeradores instalados já não possuem mais porteiros e as cercas de arame estão rompidas. Com isso, qualquer pessoa pode acessar livremente os geradores, bem como as torres que os compõem.

Em áreas costeiras um impacto bastante observado corresponde ao desmatamento de extensas áreas para inserção dos aerogeradores e para abertura de estradas (MEIRELES *et. al.* 2017). Sobre o desmatamento nessas áreas, Loureiro, Gorayeb e Brannstrom (2015) afirmam que a instalação de parques eólicos gera a supressão da vegetação em determinadas áreas com fauna e flora nativa de formações dunares e tabuleiros; acarreta, também, a interrupção de fluxos de matéria e energia decorrente da construção de vias de acesso aos aerogeradores, resultando, portanto, em destruição de habitats naturais, além do desequilíbrio dos ecossistemas locais (MEIRELES, *et. al.* 2017).

A supressão da vegetação é outro aspecto relevante na observação referente aos impactos ocasionados pela implantação dos parques eólicos na zona costeira paraibana; através das imagens captadas pelo drone, é possível perceber a vasta extensão de terra que sofreu com o processo de desmatamento. Por estar em área de tabuleiros costeiros e planície costeira, a área possui vegetação de Mata Atlântica e vegetação nativa de dunas (Quadro 29).

Ao se analisar as ações impactantes acerca da supressão da vegetação, considerando a posição dos aerogeradores e a necessidade das estradas que foram criadas, onde antes era vegetação nativa, conclui-se que o impacto é de ordem local e de condição reversível. Dessa forma, o impacto caracteriza-se pela ordem direta, pela temporalidade permanente e por uma importância significativa; pois, a partir do

momento que a vegetação nativa é retirada, impacta diretamente na dinâmica natural do ecossistema local.

A descontinuidade da vegetação nativa, principalmente na área em que estão instalados os parques eólicos, é, sem dúvida, um aspecto importante na configuração espacial local. Desde a implantação desses empreendimentos até a contemporaneidade, alguns trechos conseguiram restabelecer a vegetação, porém de forma muito pontual, como pode ser observado por meio das áreas de dunas e de praia nas quais estão instalados os aerogeradores (Quadro 29).

Cabe ressaltar que as áreas de dunas tiveram sua vegetação afetada com maior intensidade no processo de instalação. Apesar disso, como o primeiro parque teve início em 2007, são treze anos em que a própria dinâmica natural recompõe o ecossistema. No caso específico dessas áreas, a não presença humana permitiu a recuperação natural da vegetação.

Ainda sobre os impactos referentes à supressão da vegetação local, Brasileiro e Zanella (2019) apresentam dados que mostram que nas áreas em que a vegetação foi suprimida para implantação de aerogeradores, bem como nas áreas onde foram construídas vias de acesso, ocorre um aumento da temperatura local em determinada época do ano, tal elevação pode chegar a 2 °C em relação às áreas circundantes. Portanto, existem alterações naturais relacionadas à temperatura nas áreas de empreendimentos geradores de energia eólica que, por conseguinte, provocam alterações na dinâmica ecossistêmica.

Cada espaço carrega suas individualidades em relação ao clima, à vegetação, ao solo, ao relevo e à organização social, o que influencia na temperatura local. No entanto, ao considerar o uso do solo nas áreas de operação dos empreendimentos eólicos na Paraíba, comparando-o com o estudo de Brasileiro e Zanella (2019), que retrata as mesmas condições em relação à supressão da vegetação e à abertura de estradas, pode-se entender que a implantação do parque eólico acarreta mudanças na temperatura local.

Diante disso, discutir o processo de desmatamento de espaços que devem ser áreas de preservação requer mencionar as consequências desse processo, como a perda da biodiversidade local, com a migração de espécies que mantêm o equilíbrio ecológico dessas localidades, o surgimento de processos erosivos, as mudanças na drenagem natural de águas pluviais e transporte de sedimentos em consideráveis

quantidades. Com isso, todo o arranjo ecossistêmico é afetado, gerando sérios desequilíbrios ambientais.

Se existe a alteração na vegetação, no relevo e no clima local motivado pela implantação do empreendimento, entende-se que existem prejuízos acerca da fauna local, com o afugentamento de determinadas espécies que buscam habitats mais seguros. No que tange a essa ação impactante, observa-se que o afugentamento da fauna se dá de ordem indireta, em escala local e de temporalidade permanente. A importância corresponde a um nível moderado e a condição é reversível.

A junção de todos esses fatores mencionados relacionados aos impactos e aos danos ambientais ocasionados em virtude da implantação dos parques geradores de energia eólica, resultam no impacto visual. Ao passo disso, é imprescindível identificar até que ponto esses parques geram impactos visuais. No caso em questão, a paisagem foi alterada pela inserção de equipamentos mecânicos em uma área com um ambiente preservado (Quadro 29).

Infere-se, assim, uma ação impactante que está associada ao conjunto de equipamentos e às construções dos empreendimentos eólicos: a alteração da paisagem; configurando uma escala local e uma temporalidade permanente. Em relação à importância, apresenta-se como moderada, de ordem direta e de condição irreversível. Os aerogeradores alteram e descaracterizam a paisagem natural, de modo que compromete o potencial paisagístico de áreas litorâneas, principalmente em estados que desenvolvem o turismo de sol e de mar de forma mais intensa (LOUREIRO; GORAYEB e BRANNSTROM, 2015).

A alteração da paisagem configura-se como importante impacto ambiental, tanto pela implantação e localização dos parques geradores de energia eólica, como em seu entorno. Dessa forma, existem prejuízos nos sistemas de drenagem, de vegetação, na qualidade ambiental e na biodiversidade, o que gera alterações na dinâmica ambiental (LOUREIRO; GORAYEB e BRANNSTROM, 2015).

Vale mencionar a alteração na paisagem relacionada à inserção desses equipamentos no município de Mataraca, em especial nas áreas que constituem a planície costeira, onde a vegetação ainda se mantém preservada e a paisagem é constituída de campos de dunas e praias. Esses equipamentos são imprescindíveis para a geração de energia renovável, porém, pela grande quantidade, resulta em um impacto estético.

Para análise dos danos causados pela implantação dos parques eólicos na Paraíba, ressalta-se a importância da compreensão das diferenças dos biomas característicos de cada região geradora de energia elétrica de fonte eólica. Em relação aos empreendimentos no estado paraibano, há uma região localizada no bioma Mata Atlântica e no Sistema Costeiro-Marinheiro e outra região serrana, localizada predominantemente no bioma Caatinga; nesse cenário, cada região apresenta singularidades na paisagem e vulnerabilidades socioambientais distintas.

A partir de todas as ações impactantes apresentadas nos empreendimentos geradores de energia eólica localizados em Mataraca, conclui-se que a ação de alteração dos ecossistemas se apresenta como consequência da somatória das ações empreendidas. Nesse contexto, entende-se que o ecossistema sofreu impacto negativo em escala local, em uma temporalidade permanente; já a importância dada ao conjunto de impactos apresentados é significativa e de ordem direta. Portanto, a condição dos danos ambientais é irreversível quando analisados os ecossistemas como um conjunto de elementos em constante interação.

É importante apontar que todos os impactos apresentados consideram os aspectos naturais locais, bem como a organização socioespacial. O uso e a ocupação do município sofrem mudanças constantes com a ação do ser humano, principalmente em relação às questões que envolvem aspectos econômicos, uso de recursos naturais e, conseqüentemente, referem-se aos aspectos sociais. Ao se implantar um parque eólico, deve-se ter em conta a nova configuração que se estabelece no município e que, a partir das transformações geradas, o uso e a ocupação do território são reconfigurados e transformados continuamente.

No início das primeiras observações *in loco* e dos levantamentos da pesquisa realizados em 2020, foram investigados os empreendimentos em operação em Mataraca e no interior do estado foi observada a construção do Complexo Eólico Chafariz Sul, o qual compõe o Complexo Eólico da Paraíba. Logo, naquele momento, eram duas realidades diferentes. Em 2023, fase final da pesquisa, o referido complexo já estava em pleno funcionamento; com isso, além dos impactos observados durante o processo de construção, verificou-se também os referentes à operação.

De acordo com informações da Neoenergia (2020), o Complexo Eólico Chafariz apresenta em sua composição 15 empreendimentos eólicos, com uma capacidade instalada de 471 MW, gerados por 136 aerogeradores. O referido complexo está

localizado nos municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Junco do Seridó e Areia de Baraúnas, todos no estado da Paraíba.

Dentro da pesquisa, no que diz respeito aos parques eólicos em construção, foi analisado o Complexo Eólico Chafariz Sul, composto por 10 parques eólicos (Chafariz 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 e Ventos de Arapuá 01, 02 e 03), com potência instalada de 311,8 MW e que tem como ponto de partida a rodovia BR-230 e segue pelas estradas que compõem o complexo eólico. A partir desse objeto de observação, foram enumeradas duas sequências de impactos ambientais.

A partir da metodologia empregada, foi possível compreender os impactos nas duas fases do empreendimento, uma vez que foi realizada a listagem em *check-list* nas observações realizadas em campo durante as obras de implantação dos parques eólicos e, em um momento posterior, no mesmo empreendimento já em operação. É perceptível que algumas ações relacionadas aos impactos ambientais em decorrência da implantação do empreendimento gerador de energia de fonte eólica ocorrem tanto no processo de instalação quanto na fase de operação. Alguns impactos aparecem apenas na fase de obras, enquanto outros impactos surgem após o início das atividades de geração de energia.

Desta forma, seguem os Quadros 30 e 31 com as informações obtidas a partir dos levantamentos realizados. O Quadro 30 apresenta informações referentes às ações impactantes do complexo eólico na fase de construção do empreendimento. O Quadro 31, por sua vez, apresenta os dados do empreendimento em operação.

Quadro 30 - Ações Impactantes no Complexo Eólico Chafariz (Em Construção) 2020

Listagem de Impactos Ambientais nos Empreendimentos Geradores de Energia Eólica					
CHECK-LIST					
MUNICÍPIO: Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Junco do Seridó e Areia de Baraúnas – PB/ Abril de 2020					
FASE	Em Construção (x) Em Operação ()				
AÇÕES IMPACTANTES	Escala	Temporalidade	Condição	Importância	Ordem
- Uso e ocupação do solo	L	P	R	S	D
- Deslocamento da fauna	L	P	R	M	I
- Supressão da vegetação	L	P	R	S	D
- Focos de erosão	L	T	R	M	I
- Abertura de estradas	L	P	I	M	D
- Aumento do fluxo de veículos	L	P	I	M	D
- Alteração do fluxo hídrico	L	P	I	M	D
- Alterações do solo	L	T	R	M	D
- Alteração do relevo	L	P	I	M	D
- Aterramento	L	P	I	M	D
- Alteração em áreas dunares	NA	NA	NA	NA	NA
- Emissão de gases	NA	NA	NA	NA	NA
- Emissão de ruídos	NA	NA	NA	NA	NA
- Desconforto visual	L	P	I	M	D
- Alteração na paisagem	L	P	I	M	D
- Geração de resíduos sólidos	NA	NA	NA	NA	NA
- Riscos de acidentes	L	P	R	S	D
- Presença de agricultura	NA	NA	NA	NA	NA
- Alteração dos ecossistemas	L	P	I	S	D
- Geração de empregos	NA	NA	NA	NA	NA
- Ações mitigadoras	NA	NA	NA	NA	NA
- Ações compensatórias	NA	NA	NA	NA	NA
LEGENDA					
Conceituação dos Atributos.	Escala: Local (L); Regional (R).				
	Temporalidade: Temporário (T); Permanente (P).				
	Condição: Reversível (R); Irreversível (I).				
	Importância: Significativo (S); Moderado (M).				
	Ordem: Direta (D); Indireta (I).				
	Não se Aplica: (NA).				

Fonte: Organizado pelo autor.

Quadro 31 - Ações Impactantes no Complexo Eólico Chafariz (Em Operação) 2023

Listagem de Impactos Ambientais nos Empreendimentos Geradores de Energia Eólica					
CHECK-LIST					
MUNICÍPIO: Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Junco do Seridó e Areia de Baraúnas – PB/ Janeiro de 2023					
FASE	Em Construção () Em Operação (x)				
AÇÕES IMPACTANTES	Escala	Temporalidade	Condição	Importância	Ordem
- Uso e ocupação do solo	L	P	R	S	D
- Deslocamento da fauna	L	P	R	M	I
- Supressão da vegetação	L	P	R	S	D
- Focos de erosão	L	T	R	M	I
- Abertura de estradas	L	P	I	M	D
- Aumento do fluxo de veículos	L	P	I	M	D
- Alteração do fluxo hídrico	L	P	I	M	D
- Alterações do solo	L	T	R	M	D
- Alteração do relevo	L	P	I	M	D
- Aterramento	NA	NA	NA	NA	NA
- Alteração em áreas dunares	NA	NA	NA	NA	NA
- Emissão de gases	NA	NA	NA	NA	NA
- Emissão de ruídos	L	P	I	M	D
- Desconforto visual	L	P	I	M	D
- Alteração na paisagem	L	P	I	M	D
- Geração de resíduos sólidos	NA	NA	NA	NA	NA
- Riscos de acidentes	L	P	R	S	D
- Presença de agricultura	NA	NA	NA	NA	NA
- Alteração dos ecossistemas	L	P	I	S	D
- Geração de empregos	NA	NA	NA	NA	NA
- Ações mitigadoras	NA	NA	NA	NA	NA
- Ações compensatórias	NA	NA	NA	NA	NA
LEGENDA					
Conceituação dos Atributos.	Escala: Local (L); Regional (R).				
	Temporalidade: Temporário (T); Permanente (P).				
	Condição: Reversível (R); Irreversível (I).				
	Importância: Significativo (S); Moderado (M).				
	Ordem: Direta (D); Indireta (I).				
	Não se Aplica: (NA).				

Fonte: Organizado pelo autor.

Um dos aspectos importantes para a instalação de um parque gerador é a disposição de infraestrutura que permita o acesso, o transporte de equipamentos constituintes dos aerogeradores e as estações receptoras da energia produzida. Pelo fato das peças que compõem os aerogeradores serem de grande porte, é importante se ter estradas largas e de boa qualidade para facilitar o tráfego dos caminhões. Dessa forma, o primeiro ponto observado foi a criação de novas estradas e o alargamento

das já existentes, que fazem parte da zona rural dos referidos municípios, nas áreas onde foram instalados os aerogeradores. Em alguns lugares, as estradas antigas deixaram de existir, dando lugar a novos percursos.

A abertura de novas estradas caracteriza-se como um impacto, o qual pode ser percebido tanto na fase de construção quanto na fase de operação. É um impacto que se apresenta em uma escala local e uma temporalidade permanente. Do ponto de vista da importância do impacto causado, entende-se como sendo moderado, de ordem direta e de condição irreversível. Como consequência dessa ação, apresenta-se a Figura 10 com alguns elementos que constataam esses impactos no meio ambiente.

Figura 10 - Abertura de Estradas em Parques Eólicos na Paraíba (Santa Luzia - 2020)



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Como pode ser observado na imagem acima, com o alargamento da estrada, o relevo local sofre alterações. Em diversos pontos da estrada é possível visualizar os cortes executados, o que acarreta uma mudança visual, uma interferência nos canais de drenagem, um aceleração de processos erosivos e o aumento de transporte de materiais soltos em direção aos córregos.

Sobre a análise da alteração do relevo, tem-se um impacto de ordem direta e importância moderada, pois essa alteração acontece com maior intensidade em

determinados pontos do empreendimento. A partir desse entendimento, compreende-se que o impacto se configura com uma escala local e uma temporalidade permanente. Assim, a condição resultante da ação impactante é irreversível.

Ainda em consonância com esses impactos, nota-se que, além dos cortes realizados no relevo, em alguns lugares foi necessário o uso de aterro, criando uma barreira artificial. A ação de aterramento foi visualizada na fase de construção do empreendimento, de modo a ser entendida como sendo um impacto de escala local. A importância do impacto configura-se como moderado e de ordem direta. A temporalidade é permanente e apresenta uma condição irreversível.

Uma outra ação que cabe ressaltar nesse contexto que envolve as alterações do relevo é a alteração do solo, que é fragilizado. Nesse sentido, tanto no processo de instalação quanto na fase de operação, foi observada a presença desse impacto, o qual é caracterizado por uma escala local e uma temporalidade temporária. A condição é reversível, a importância moderada e a ordem direta. Esse impacto apresenta esses atributos devido à possibilidade de reversão da fragilidade do solo a partir de ações mitigadoras locais.

Na Figura 11, observa-se a fragilidade do solo a partir do aterramento realizado para inserção de uma estrada; além disso, há uma modificação na drenagem natural com indícios de erosão superficial nas margens da estrada, com transporte de solo. Nesse espaço, durante o período das obras, a própria movimentação de pessoas e de máquinas em operação, gerou uma alteração no habitat natural de diversas espécies que compõem a Caatinga. Essa alteração do relevo, o aterramento e os movimentos de solo geram possíveis fugas desses animais, uma vez que há a perda das áreas que são utilizadas como abrigos por espécies locais, o comprometimento da reprodução e o aumento da migração pela fauna afetada por essa infraestrutura.

Figura 11 - Aterramento para Construção de Estradas (Santa Luzia-2020)



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Com as novas estradas, os antigos caminhos perdem sua funcionalidade, como pode ser visto ao fundo da Figura 11; a nova estrada interrompe o acesso e a locomoção nos antigos traçados. Nesse aspecto, os impactos vão além da questão ambiental e passam a ser observados sob o aspecto social. Estradas que apresentavam simbologias para moradores locais, que imprimem suas identidades pessoais, passam a não ter mais serventia. O lugar, o qual é caracterizado pelo sentimento de pertencimento, também é alterado.

Um outro ponto observado após a finalização das obras de construção do complexo eólico, foram as calhas de escoamento de águas pluviais. Em vários pontos das estradas, é possível ver essas calhas, tanto em áreas planas quanto em áreas de relevo mais acentuado (Figura 12). Associados às calhas, observa-se que, no ponto em que se encerra a calha, ou seja, onde a água é lançada diretamente no solo, existem diversos pontos de processos erosivos sendo iniciados.

Figura 12 - Calhas de Escoamento de Águas Pluviais - 2023



Fonte: Acervo do autor, 2023.

Um impacto bastante presente nas áreas que compreendem os empreendimentos geradores de energia é o processo de erosão que aparece em vários pontos, motivado pela alteração realizada no relevo e pela supressão da vegetação local. Ao passo disso, a erosão aparece em uma escala local e de ordem indireta. Isso se dá pelo fato de o processo erosivo ser desencadeado a partir da remoção ou da alteração do relevo. No cenário apresentado, constatou-se apenas focos iniciais de erosão, o que pode ser considerado reversível do ponto de vista da condição. Assim, a temporalidade pode ser indicada como temporária e a importância moderada.

Outro aspecto que sofreu com a construção dessas novas estradas foi a vegetação, a qual desempenha papel importante no bioma Caatinga. Quando

percorridas as novas estradas, foi possível perceber a dimensão das áreas que foram desmatadas para que as novas estradas pudessem ser implantadas e dessem suporte a todo complexo eólico. Observa-se, assim, que o desmatamento não se deu apenas nas margens da estrada, aconteceu também nos espaços destinados à implantação dos aerogeradores, o que gerou uma área considerável de supressão da vegetação local (Figuras 13 e 14).

Figura 13 - Árvores Cortadas



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Figura 14 - Áreas para Instalação de Aerogeradores



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Na Figura 13, é possível identificar amontados de troncos, resultado do processo de desmatamento, ou seja, da supressão da vegetação, e que passam a ser utilizados por moradores locais como matéria-prima para abastecer fogões a lenha. Isso é perceptível ao longo de toda obra, e o que mais desperta curiosidade é que são troncos com espessuras consideráveis, não são árvores, nem arbustos recentes.

Já na Figura 14, percebe-se a remoção da vegetação em uma área onde foi instalado um aerogerador. No primeiro momento, retira-se a vegetação, em seguida, ocorre a remoção do solo e, por conseguinte, é construída a estrutura que serve de base para a instalação do aerogerador. Dessa forma, em toda a área que constitui o complexo eólico, é possível verificar as várias aberturas feitas na vegetação, tanto pela construção das estradas quanto nas localidades em que os aerogeradores serão instalados.

Em relação à supressão da vegetação, os dados mostram um impacto em escala local, porém com uma temporalidade permanente, visto a permanência das estruturas dos aerogeradores e da subestação de energia. A ordem do impacto é

direta, de importância significativa e a condição reversível. Associado a esse impacto, tem-se como consequência o processo migratório de espécies da fauna local, a vulnerabilidade do solo, o que aceleram os processos erosivos e as alterações no microclima, que podem provocar o surgimento do processo de desertificação.

Em se tratando da ação impactante que se refere ao deslocamento da fauna, entende-se que ocorre em escala local, apresenta uma ordem indireta e a importância é moderada. No tocante à temporalidade, compreende-se que acontece de modo permanente (durante o tempo de atuação do empreendimento), no entanto, com condição reversível, caso exista adaptação de determinadas espécies às condições funcionais do empreendimento.

Além disso, as alterações realizadas em cursos d'água correspondem a um outro problema observado. É sabido que grande parte dos corpos hídricos que compõem o semiárido são intermitentes, ou seja, apenas recebem volumes de água nos períodos chuvosos. No caso específico, foram implodidas formações rochosas que estavam no percurso do rio para que a estrada pudesse ser construída (Figura 15).

Figura 15 - Retirada de Formações Rochosas no Rio - 2020

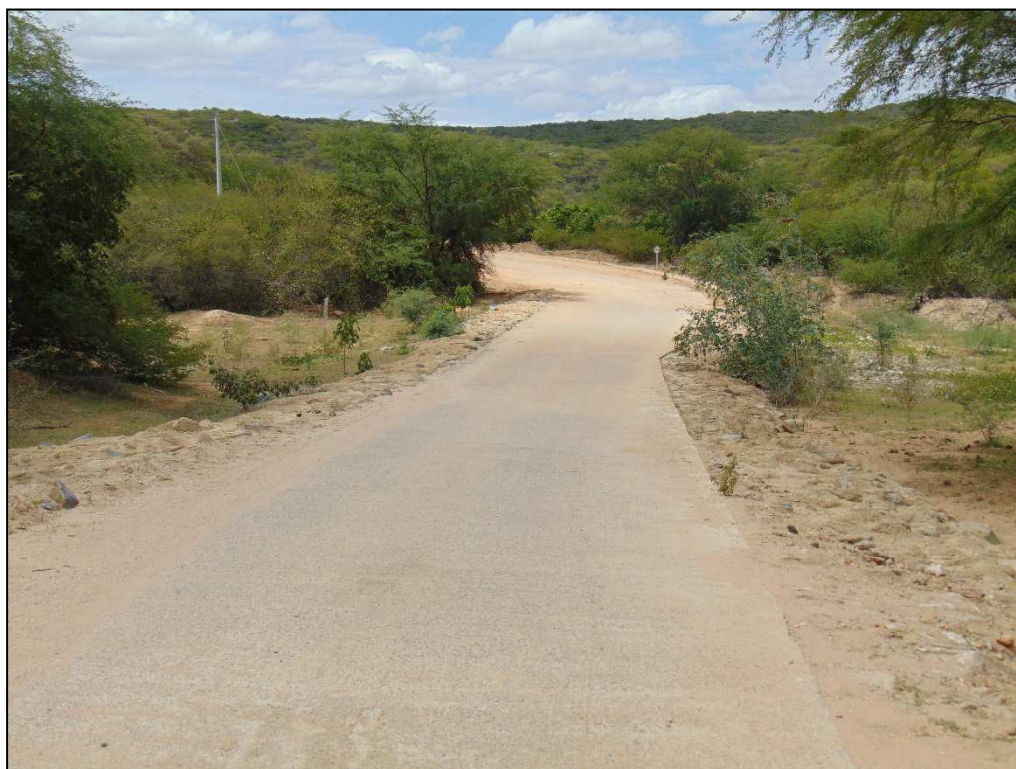


Fonte: Acervo do autor, 2020.

Como notado na Figura 15, a expectativa gerada é de que nos períodos chuvosos a energia gerada pela força da água promove um fluxo maior do transporte de sedimentos, alterando a dinâmica natural. Tais efeitos só serão percebidos a médio e a longo prazo, uma vez que a região apresenta baixos índices de pluviosidade.

Ao se observar o mesmo rio (intermitente) em janeiro de 2023, constatou-se que para se trafegar de uma margem a outra do rio, faz-se necessária a construção de uma passagem molhada (Figura 16). Com o fluxo hídrico durante os períodos chuvosos, a passagem ficaria impossível, por isso, a obra de infraestrutura permite a plena locomoção. Contudo, como mencionado anteriormente, essa construção apresenta-se como uma barreira artificial, interferindo diretamente no curso da água.

Figura 16 - Passagem Molhada sobre Rio – 2023



Fonte: Acervo do autor, 2023.

A partir do que foi observado acerca das alterações nos fluxos hídricos nas duas fases, tanto na de construção quanto na de operação, foi possível perceber que o impacto se apresenta em ordem direta e importância moderada. Sobre a escala o impacto é local, numa temporalidade permanente e condição irreversível

Após o início de suas operações é possível perceber outros problemas que ultrapassam a esfera ambiental e adentram a esfera social, visto que as estradas que passam por dentro do complexo eólico também servem para a locomoção dos moradores para acesso às comunidades locais. Com o advento de toda geração de energia, foi necessária a instalação de uma subestação, a qual é responsável pela transmissão e pela distribuição de toda energia gerada, como pode ser observado na Figura 17.

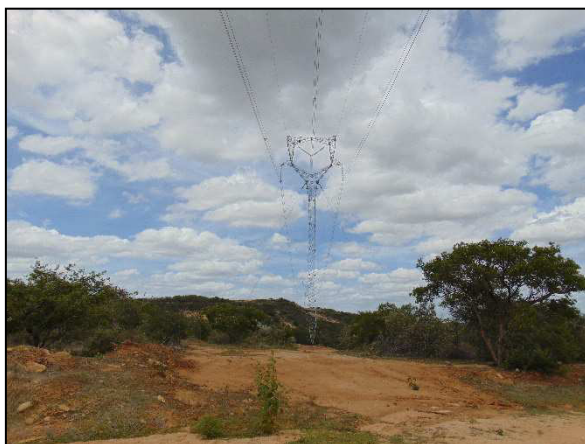
Figura 17 - Subestação Elétrica - 2023



Fonte: Acervo do autor, 2023.

Com isso, foi preciso instalar linhas de transmissão, as quais estão interligadas por cabos condutores de energia elétrica de média tensão. O primeiro dano em relação à inserção das linhas de transmissão correspondeu à questão da retirada da vegetação, acometendo grandes áreas; e a remoção ou alteração do relevo. Por conseguinte, deixando o solo exposto, vulnerável a processos erosivos (Figura 18 e 19).

**Figura 18 - Linhas de Transmissão
(Supressão da Vegetação)**



Fonte: Acervo do autor, 2023.

**Figura 19 - Linhas de Transmissão
(Relevo Alterado)**



Fonte: Acervo do autor, 2023.

Um segundo problema observado a partir das linhas de transmissão foi o risco à vida humana em decorrência da exposição dos cabos elétricos, uma vez que estão localizados ao lado da subestação, justamente onde passa a estrada (Figura 20). Como inexistem cercas de proteção, qualquer pessoa, ao passar pelo local, pode ter acesso aos pontos onde estão localizados os cabos. Logo, crianças ou pessoas que não sabem ler as placas orientativas podem ficar vulneráveis a algum tipo de acidente.

Figura 20 - Localização de Cabos Elétricos - 2023



Fonte: Acervo do autor, 2023.

O espaço em que os aerogeradores estão instalados não apresenta cercas de segurança, configurando-se como uma área perigosa. Muitas pessoas fazem registros fotográficos nos aerogeradores ou chegam próximos para visitação, ignorando, muitas vezes, as placas de aviso (Figura 21). Cabe ressaltar que, durante a pesquisa, foi visualizado apenas um segurança percorrendo o complexo eólico, o qual abordava quem está próximo aos aerogeradores e falava sobre os riscos. Na maior parte do tempo, não foi visto ninguém realizando rondas.

Figura 21 - Placas de Aviso



Fonte: Acervo do autor, 2023.

Os riscos de acidente caracterizam-se como impacto em escala local, contudo, é um impacto que pode ser originado a partir da vulnerabilidade da vida humana. Nesse contexto, é um impacto de temporalidade permanente e de condição reversível,

a partir da realização de ações de segurança nas proximidades dos equipamentos geradores. A importância é significativa e de ordem direta. Embora as placas indiquem que são equipamentos energizados, não existe nenhuma cerca ou barreira que impeça as pessoas transeuntes de ter acesso às torres. Segue a Figura 22, por meio da qual é possível perceber o livre acesso aos aerogeradores.

Figura 22 - Aerogerador



Fonte: Acervo do autor, 2023.

Esses danos, observados de forma pontual, podem apresentar baixo grau de impacto, porém, quando se trata de uma extensa área disponibilizada para a implantação do complexo eólico, as transformações na dinâmica dos ecossistemas locais são severas, uma vez que a referida obra está situada no bioma Caatinga, o qual apresenta consideráveis fragilidades. Por fim, a junção de todos esses impactos interfere diretamente na paisagem, bem como na dinâmica natural dos ecossistemas.

Em relação às fases de construção e de operação, as ações impactantes relacionadas ao desconforto visual e às alterações na paisagem correspondem a uma escala local, uma temporalidade permanente e uma condição irreversível. A importância é moderada e a ordem direta. Dessa forma, entende-se que as mudanças espaciais começam a ser realizadas desde as primeiras atividades de construção do

empreendimento e seguem até a operação dos equipamentos. Sobre a emissão de ruídos, foi identificada apenas na fase de operação do empreendimento, assim, o impacto caracteriza-se por escala local, de ordem direta e de importância moderada. Nesse caso, a temporalidade é permanente e a condição irreversível.

Como consequência da relação de todos os impactos apresentados, há uma alteração no ecossistema local, bem como no uso e na ocupação do solo. Sobre a alteração no ecossistema, conclui-se que o impacto é de escala local, temporalidade permanente, importância significativa, de ordem direta e condição irreversível. Já sobre o uso e a ocupação do solo, verificou-se que a escala é local, a temporalidade permanente, a condição reversível, a importância significativa e a ordem direta.

Alguns impactos que poderiam ser encontrados em campo foram elencados na listagem (*Check-list*), no entanto, não foram observados, e, por esse motivo, apresentam-se como não se aplicam. Foram eles: geração de empregos, pelo fato dos postos de trabalhos serem em sua maioria temporários; ações mitigadoras e ações compensatórias, visto que não foram observadas ações dessas em campo; emissão de gases, uma vez que os aerogeradores não geram emissão de gases; a geração de resíduos sólidos; e a presença de agricultura, pois as áreas que compreendem o complexo eólico apresentam vegetação típica do bioma Caatinga.

Nesse sentido, foi preciso a elaboração de mapas de uso e de ocupação do solo, nos quais foram consideradas as áreas nativas, com a presença de vegetação típica local, as áreas agricultáveis, onde existem a presença de culturas agrícolas, especialmente a monocultura canavieira na zona litorânea; bem como as áreas de Caatinga no interior do estado, as áreas com a presença de água, ou seja, os corpos de drenagem hídrica; as áreas de dunas localizadas na costa e as áreas de solo exposto ou áreas urbanas. Assim, é possível observar a localização dos empreendimentos eólicos dentro dos limites territoriais de cada município e as características dos entornos desses empreendimentos em relação às características mencionadas.

A seguir, são apresentados, sequencialmente, as Figuras 23, 24, 25, 26, 27 e 28 com os aspectos relacionados ao uso e à ocupação do solo, a partir da vegetação nativa e agricultável nos entornos dos empreendimentos, a presença de áreas dunares e as áreas urbanas. Com isso, é possível relacionar as ações impactantes à espacialização apresentada nos mapas.

Figura 23 - Uso e Ocupação do Solo de Mataraca - PB/2023

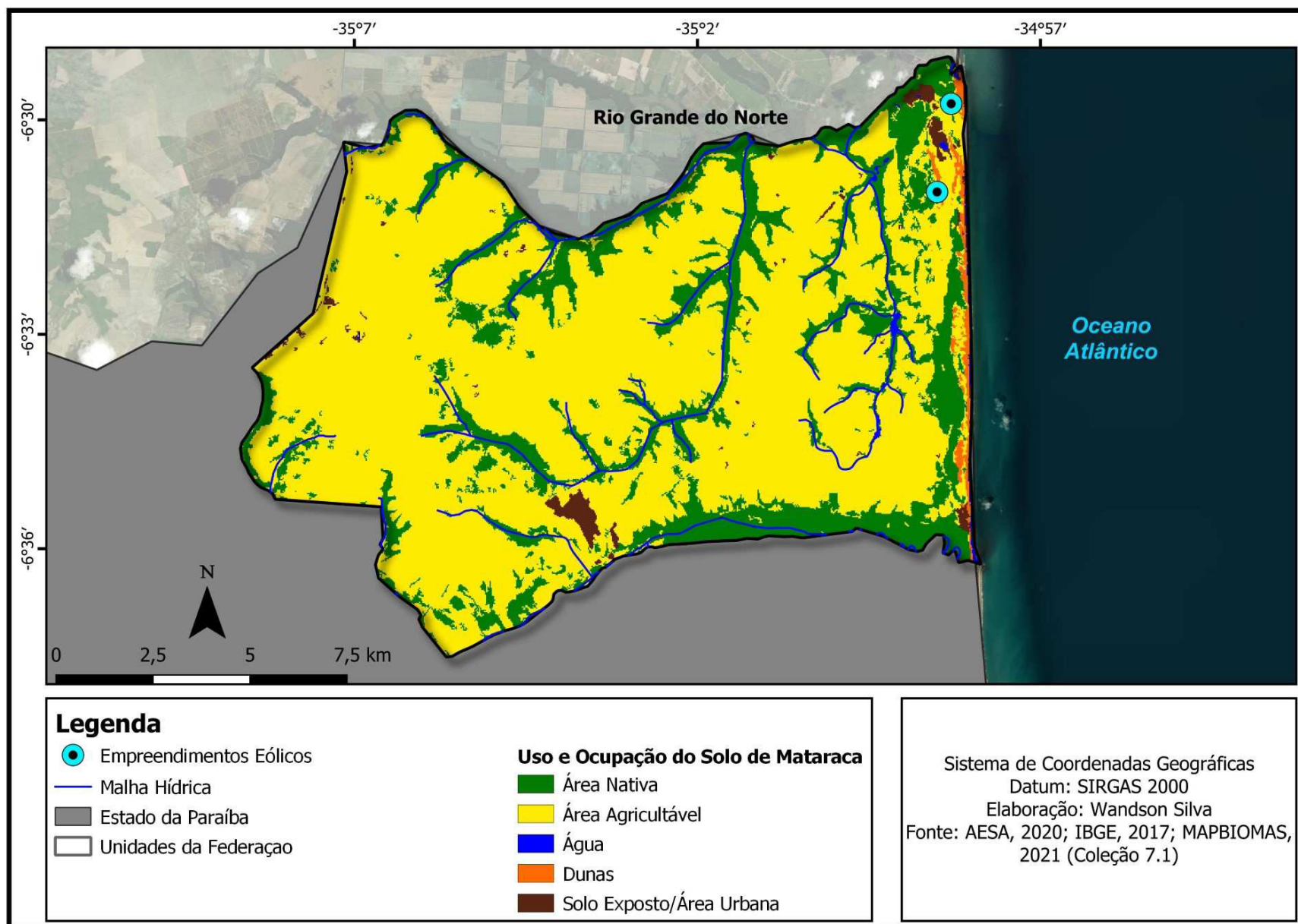


Figura 24 - Uso e Ocupação do Solo de Junco do Seridó - PB/2023

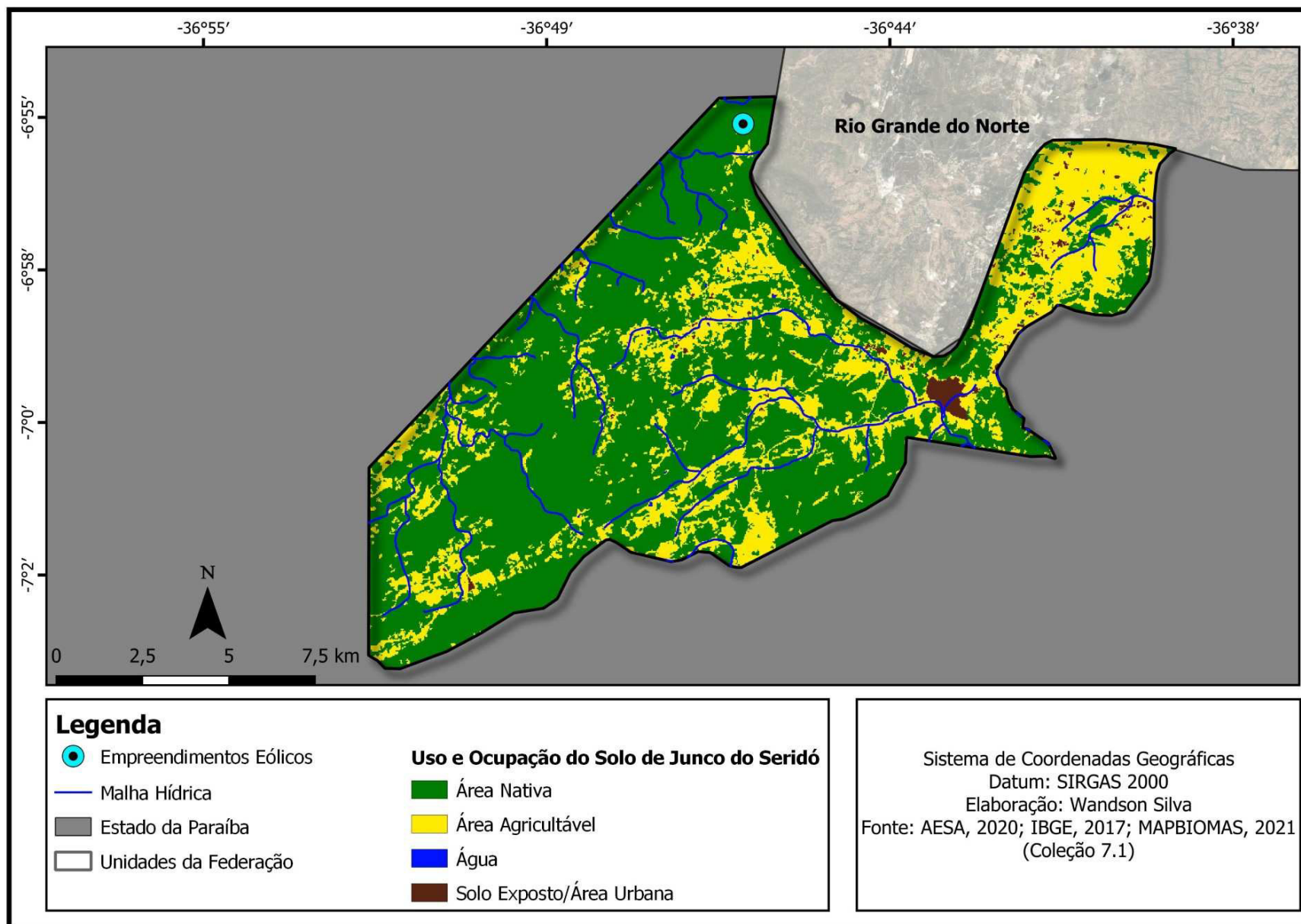


Figura 25 - Uso e Ocupação do Solo de Santa Luzia - PB/2023

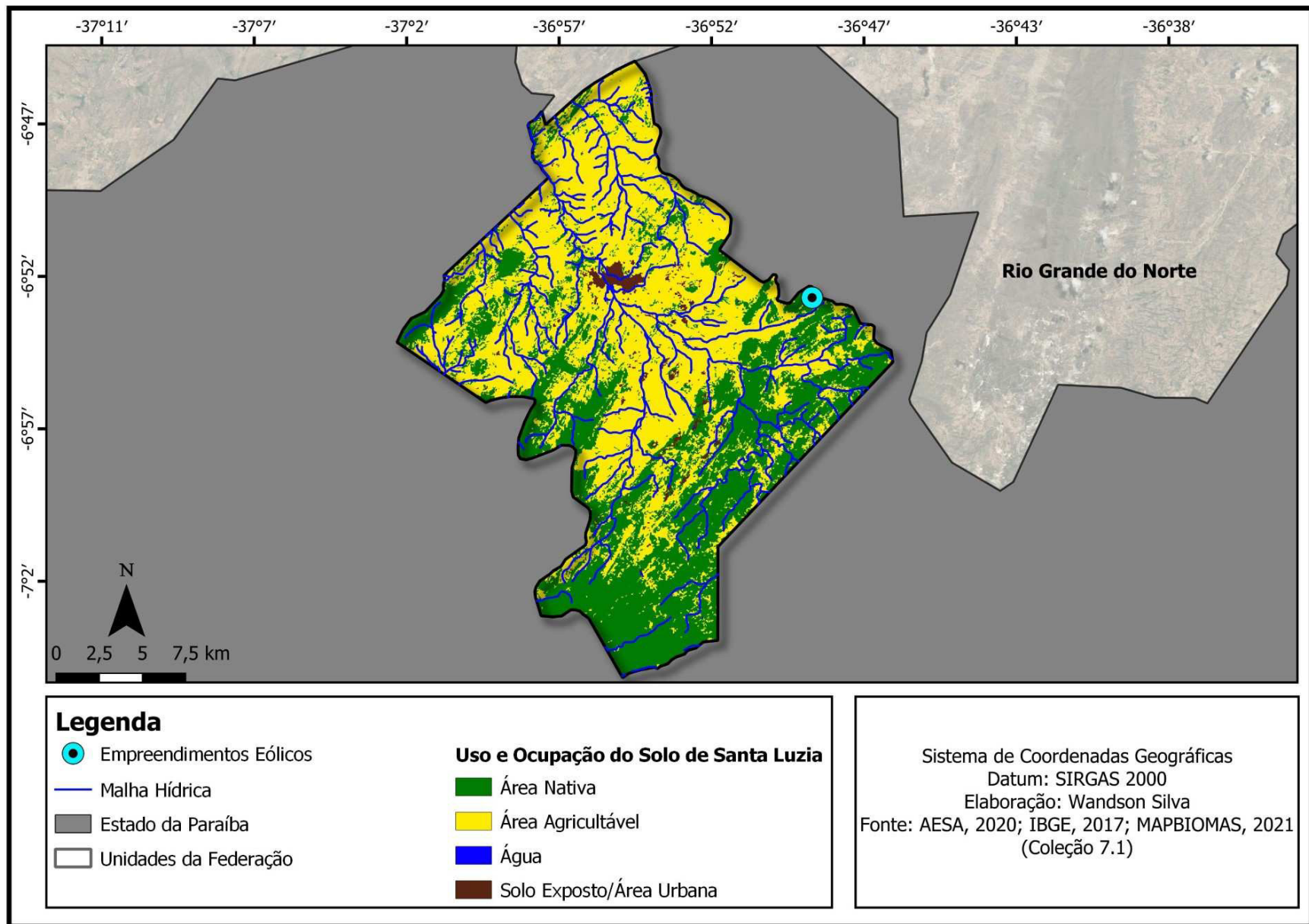


Figura 26 - Uso e Ocupação do Solo de Areia de Baraúnas - PB/2023

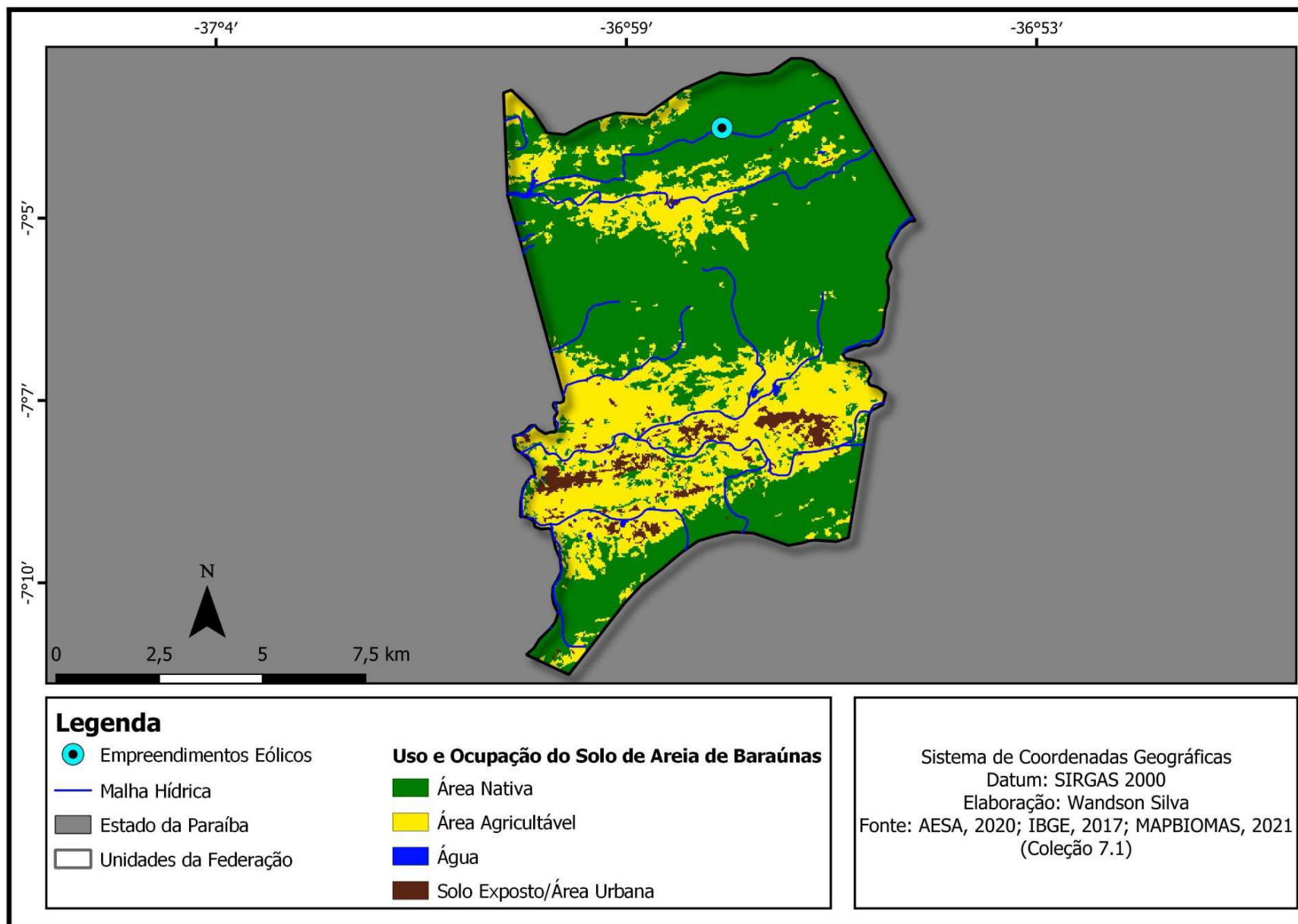


Figura 27 - Uso e Ocupação do Solo de São José de Sabugi - PB/2023

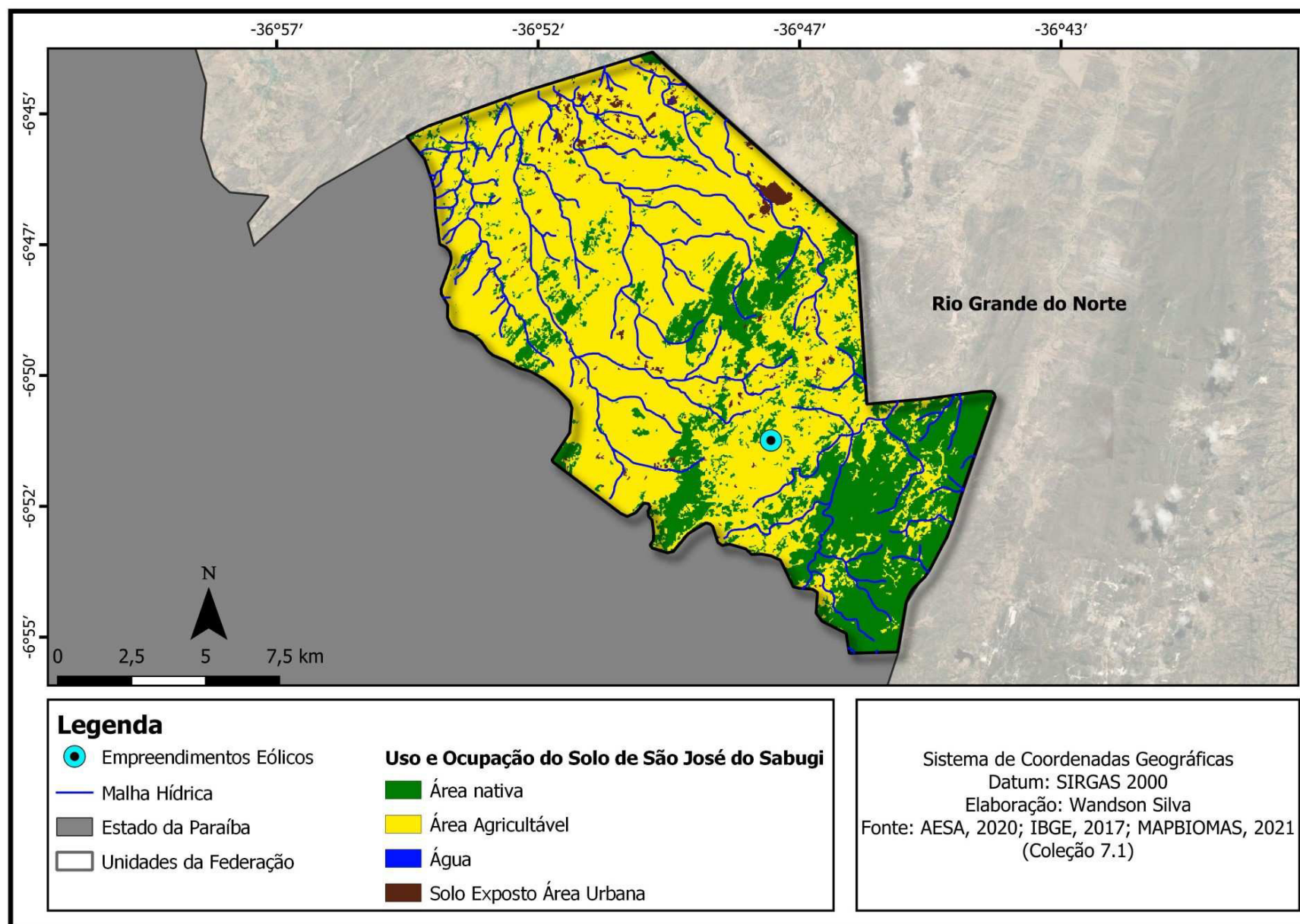
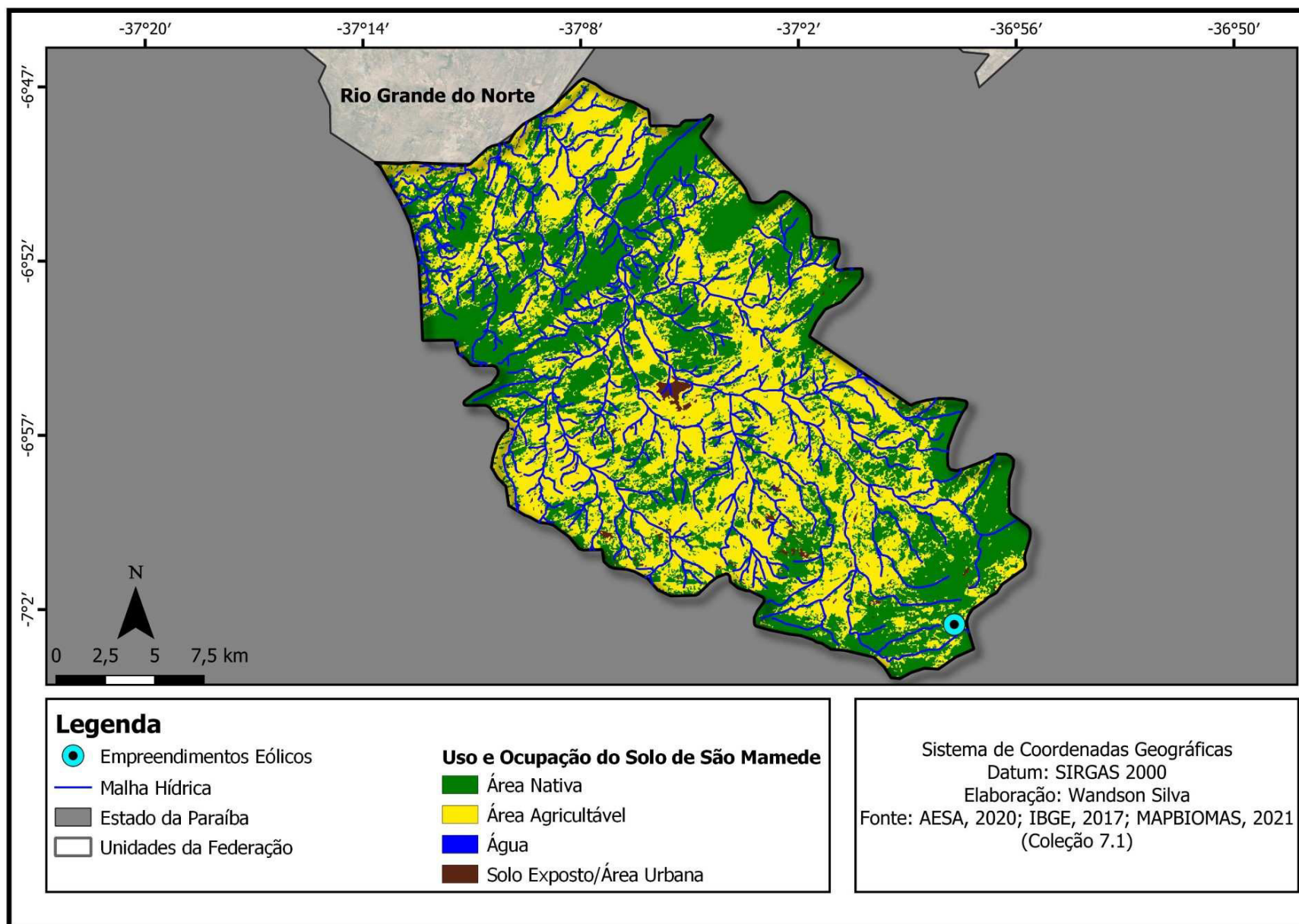


Figura 28 - Uso e Ocupação do Solo de são Mamede - PB/2023



3.3 Prognóstico dos possíveis impactos nos municípios com Parques Eólicos em fase de obras não iniciadas

Quando analisada, do ponto de vista socioambiental, a inserção de qualquer empreendimento em determinada região, torna-se imprescindível investigar os elementos constituintes da paisagem e os possíveis impactos e/ou danos ambientais que possam surgir com a construção e a operacionalização desse empreendimento. Tanto no processo de instalação quanto no de operação os empreendimentos tendem a transformar os espaços, as feições paisagísticas e alterar a dinâmica natural dos ecossistemas locais.

É importante ressaltar que, em um primeiro momento, as características naturais e ecológicas de uma determinada região estão preservadas, e que, nesse sentido, qualquer intervenção humana pode resultar em impactos ambientais de diferentes escalas, como também no surgimento de impactos relacionados às comunidades que habitam nessas regiões.

No contexto brasileiro, observa-se que novos empreendimentos entram em operação mensalmente, outros em fase de construção e alguns têm suas obras não iniciadas, porém, já em trâmite de licença e de concessão para o início das obras. Esse processo requer grandes áreas de interesses, as quais precisam apresentar recurso natural favorável para o pleno desenvolvimento das atividades de geração e comercialização da energia elétrica produzida a partir dos aerogeradores. A escolha dessas áreas leva em consideração a viabilidade técnica, ambiental e econômica do empreendimento.

Como evidenciado ao longo desta pesquisa, as instalações e as operações dos empreendimentos geradores de energia elétrica de fonte eólica seguem processos legais de licenciamento, que incluem estudos de impactos ambientais apresentados através dos RAS e dos EIA-RIMAS. Apesar de serem considerados empreendimentos de baixo impacto ambiental, torna-se necessário considerar os danos oriundos das obras de implantação das grandes estruturas que compõem os complexos eólicos.

De acordo com dados disponibilizados pelo SIGA ANEEL (2023), o estado da Paraíba possui onze municípios que receberão empreendimentos geradores de energia eólica, são eles: Junco do Seridó, Araruna, Riachão, Cacimba de Dentro, Cuité, Damião, Areial, Pocinhos, Esperança, Pedra Lavrada e Nova Palmeira. Nesse

sentido, uma das características que compõem o aspecto natural comum em todos os municípios é a Caatinga como bioma predominante.

Indiscutivelmente, o bioma Caatinga apresenta fragilidades, dessa forma, a inserção de obras de engenharia acarretará alterações na dinâmica ambiental. Apesar das intervenções construtivas serem localizadas geograficamente de forma pontual, não se pode pensar no ecossistema de forma isolada, ou seja, qualquer ação de transformação no espaço irá gerar algum impacto ou danos ao meio ambiente.

O processo de instalação dos empreendimentos eólicos é reconhecido como a fase de maior interferência nas inter-relações ecossistêmicas, visto que se altera tanto os componentes abióticos como as relações estabelecidas no meio biótico. Isso se deve às mudanças na paisagem, como a construção das estruturas dos aerogeradores e a instalação da infraestrutura necessária. Essas interferências podem afetar características físicas do ambiente, modificar a vegetação, deslocar a fauna e danificar os ecossistemas locais. A segunda fase, a de operação, não promove danos consideráveis ao meio ambiente, contudo, os parques eólicos precisam realizar manutenções que influenciem no processo de preservação dos elementos naturais que compõem esses parques eólicos.

É importante destacar que a realização de manutenções periódicas é necessária para garantir o bom funcionamento e a segurança dos parques eólicos. Essas atividades de manutenção podem ter um impacto no processo de preservação dos elementos naturais presentes nos empreendimentos, como a vegetação circundante e a fauna local. É essencial que tais atividades de manutenção sejam conduzidas de forma cuidadosa, nas quais sejam adotadas práticas que minimizem os possíveis efeitos negativos sobre o meio ambiente.

Para elaboração deste prognóstico, foi imprescindível considerar o diagnóstico dos impactos causados durante as fases de construção e de operação dos empreendimentos geradores de energia eólica na Paraíba, tanto aqueles localizados em áreas litorâneas quanto nas áreas serranas do estado. Ademais, fez-se necessário considerar estudos relacionados aos impactos provenientes dos empreendimentos eólicos no Brasil, com o intuito de enfatizar os possíveis danos que o bioma Caatinga pode sofrer com a expansão desses empreendimentos.

De forma direta, a área ocupada pelos complexos eólicos requer a implementação de infraestrutura que permita a locomoção de pessoas e equipamentos. Para tanto, a primeira observação a ser registrada é a abertura ou o

alargamento de estradas, terraplanagem em áreas de fundações dos aerogeradores, as consideráveis áreas de manobras, visto que os caminhões que transportam os materiais ou componentes das torres são veículos longos. Além disso, também é necessário reservar espaços para a construção temporária de alojamentos destinados à permanência dos profissionais envolvidos na fase de construção.

Para que esses aspectos sejam contemplados, o primeiro dano ambiental será a supressão da vegetação nativa. Dados do MapBiomas acerca da cobertura da terra nas últimas três décadas (1985 – 2020) mostram o agravamento dos danos no bioma Caatinga, principalmente em relação à instalação do processo de desertificação. Nesse período, a Paraíba já perdeu 0,28 milhões de hectares distribuídos em 45 municípios classificados como Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD).

A limpeza ou supressão da vegetação de extensas áreas para a abertura de estradas e para a construção das bases de sustentação dos aerogeradores é um exemplo claro de dano ambiental significativo. Para além disso, deve ser evidenciado que, ao suprimir a vegetação nativa conseqüentemente, a avifauna local é afetada, tanto a relação da cadeia alimentar como também no que diz respeito ao processo migratório, no qual algumas espécies podem buscar novos habitats, interferindo de forma direta na espacialização da biodiversidade e no aspecto ecológico local.

Dessa forma, a instalação de grandes complexos eólicos nesses onze municípios da Paraíba trará como consequência a perda de milhares de hectares de vegetação nativa. Recompôr a vegetação por meio de ações compensatórias é uma possibilidade de associar a necessidade da expansão da geração de energia limpa com o planejamento ambiental sustentável. É necessário considerar os impactos tanto no período da construção como também durante a operação. Ao passo disso, se, de forma direta, pode-se pensar nesses primeiros impactos, de forma indireta a primeira alteração será na estética visual. Áreas que até então carregavam características naturais e culturais locais, passaram a contar com grandes empreendimentos que apresentam como elemento principal uma rede de aerogeradores em constante movimento.

Ainda de forma indireta e compreendendo que a estética visual é alterada, o processo de construção de um empreendimento desperta uma visão de desarranjo espacial, uma vez que existe uma disposição de equipamentos e movimentos de máquinas e pessoas nos chamados canteiros de obras. Esse movimento constante de máquinas e profissionais acarreta sérios problemas em relação à estabilidade

ambiental. Com essas alterações, outros problemas podem surgir, tanto do ponto de vista geomorfológico, a partir de cortes realizados no relevo; pedológico, com a remoção de solos; e hidrológico, ao se perceber que mudanças no relevo ou no solo podem interferir no processo de escoamento superficial das águas. Logo, subentende-se que essas alterações podem trazer danos em escalas variadas e que só serão percebidas a partir do início da construção dos novos empreendimentos.

Associado às questões envolvendo formas do relevo, tipo de solo e disposição hídrica, é perceptível nos diagnósticos realizados nos empreendimentos em construção e em operação na Paraíba que a erosão é fator predominante. Nas observações realizadas durante a pesquisa, os processos erosivos foram encontrados em todos os empreendimentos situados áreas serranas, isso ocorre em razão de o solo encontrado na Caatinga apresentar fragilidades, principalmente por ser um solo árido e com poucos nutrientes.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, o solo encontrado no bioma Caatinga é caracterizado como sendo de raso a profundo, pedregoso, com forte presença de minérios, porém, pobre em relação à matéria orgânica; com texturas arenosas e argilosas. Isso se dá principalmente pela característica climática, hidrográfica e da vegetação regional. Considerando uma perspectiva prognóstica, elenca-se os processos erosivo e de assoreamento como danos provenientes do manejo do solo durante o processo de instalação dos empreendimentos geradores de energia eólica nos municípios que ainda não possuem empreendimentos em fase de construção e de operação.

Outro aspecto relevante, amplamente discutido na literatura, refere-se aos ruídos oriundos dos equipamentos que compõem os parques eólicos. O movimento das pás dos aerogeradores cria áreas de turbulências que podem ser observadas a partir da intensidade e da frequência do movimento desses equipamentos. Esse problema pode gerar danos para as comunidades residentes próximas aos empreendimentos e para a avifauna local.

Sob o ponto de vista social, o início da construção desses empreendimentos traz aspectos positivos, uma vez que a realização de obras de engenharia requer mão de obra. Nesse sentido, a geração de emprego e renda é favorecida durante o período de construção do empreendimento. De forma direta e motivada, novas oportunidades de trabalho são criadas, impulsionando a economia local e gerando reflexos nos setores imobiliário e comercial. No entanto, é importante destacar que, após a entrada

em operação, a presença de automação nas instalações pode resultar em uma redução dessas estações de trabalho.

Ainda sob uma perspectiva social, os empreendimentos têm impacto na manutenção da população rural ao proporcionar melhoria na qualidade de vida de pessoas que residem na zona rural. Ao considerar as características naturais e a localização ideal para sua instalação, os empreendimentos precisam alugar propriedades privadas para suas instalações; com isso, famílias passam a receber valores mensais por cada torre instalada em sua propriedade. Essa receita adicional tem o potencial de sustentar a economia local, proporcionando estabilidade financeira e eficiência às condições de vida das famílias envolvidas.

Observa-se, também, que a implantação desses empreendimentos pode gerar especulações imobiliárias. Esses municípios passam a ter maior visibilidade, inclusive para visitação desses empreendimentos, como efeito, o setor imobiliário pode desenvolver uma valoriza o do solo urbano e rural. Ademais, o setor comercial tende a ser beneficiado e, como resultado final, o município elevar  seus índices socioeconômicos.

De modo geral, a implanta o de novos empreendimentos geradores de energia elétrica de fonte eólica gera benefícios pelo fato de ser considerada limpa, sem emissões de gases de efeito estufa nem a gera o de resíduos poluidores. Outro fator importante   a participa o da energia eólica no Sistema Interligado Nacional, o que permite uma maior diversifica o da matriz elétrica brasileira. Contudo,   preciso entender os danos ambientais já encontrados nos empreendimentos geradores, tanto na fase de constru o quanto na fase de opera o, para que, dentro de uma perspectiva de planejamento ambiental pautado no Desenvolvimento Sustentável, os novos empreendimentos apresentem propostas que tragam o mínimo de impactos negativos para o meio ambiente e para a sociedade.

Portanto, os planos de atua o devem apresentar a o es mitigadoras e compensatórias em rela o aos danos ambientais causados, principalmente, no período de obras de instala o dos empreendimentos. Não apenas isso, as comunidades precisam ser parte integrante do processo de licenciamento, isto  , a comunidade local deve ser ouvida democraticamente, apresentando suas propostas e demandas. Já os grupos empresariais proprietários dos Complexos ou Parques Eólicos, precisam dispor de benefícios para as comunidades locais.

Diante disso, ao levar em conta a presença da Caatinga como bioma predominante nos municípios mencionados, torna-se necessário adotar medidas de gestão ambiental e monitoramento dos impactos ambientais durante a instalação e a operação dos empreendimentos eólicos. Isso garantirá a preservação desse importante bioma, garantindo a sustentabilidade da região por meio da manutenção dos recursos naturais e o equilíbrio socioeconômico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito ao objetivo proposto no presente trabalho, que foi investigar os impactos socioambientais oriundos do processo de implantação e de operação dos parques eólicos no estado da Paraíba, faz-se necessário tecer algumas considerações. Para tanto, é importante ressaltar o caráter não conclusivo ou definitivo, visto que os pontos de vista de cada pesquisador apresentam sua singularidade e que os processos que envolvem sociedade e o meio ambiente se alteram continuamente.

As dificuldades estão sempre presentes no decorrer do desenvolvimento de qualquer pesquisa, em especial, esta aconteceu paralelamente à pandemia da Covid-19. Dessa forma, foi realizada com a inacessibilidade a determinadas informações, principalmente, dados referentes aos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos geradores de energia eólica na Paraíba, visto a ausência de expediente nos órgãos públicos ambientais, bem como a falta de publicidade desses documentos nos meios digitais.

Outro ponto que necessita ser mencionado é a dificuldade em adentrar em alguns empreendimentos que estão em construção durante o ano de 2023. A falta de informações por parte dos funcionários acerca das visitas técnicas e a proibição do acesso nessas construções geraram danos à pesquisa, no tocante à falta de observações e registros dos possíveis impactos socioambientais.

Portanto, ainda existe uma lacuna grande quando se trata do conhecimento sobre estudos socioambientais, pois os trabalhos têm fragilidades motivadas pela retenção de informações por parte dos setores públicos e privados. Nesse cenário, ao trazer à tona o discurso ambiental posto em pauta nas últimas décadas, observa-se, em alguns casos, avanços e, em outros, involução.

Apesar das discussões ambientais promoverem o uso sustentável dos recursos naturais e a implantação de novas alternativas de geração de energia elétrica de fonte renovável, o que se pode perceber é que ainda falta uma maior efetivação dos instrumentos legais relacionados aos processos de licenciamentos ambientais e da produção de energia elétrica de fonte eólica. Mesmo considerando sua importância, esses marcos legais apresentam lacunas que precisam ser sanadas, especialmente as medidas compensatórias em relação aos danos ambientais causados.

Como visto no decorrer do trabalho, existem várias legislações e políticas públicas que regulamenta e norteia a geração de energia de fonte renovável, principalmente a eólica, no entanto, no processo de licenciamento ambiental alguns elementos são analisados de forma superficial, abrindo precedentes para que empreendimentos gerem severos impactos ao meio ambiente.

No caso da Paraíba, mais precisamente em Mataraca, os parques que ali operam desencadearam danos desde o processo de instalação de seus empreendimentos, os quais persistem até os dias atuais. Nesse contexto, destaca-se a alteração na paisagem, o desmatamento, as aberturas de vias de acesso e os riscos de acidentes. Mataraca está localizada em um ecossistema litorâneo, o qual apresenta fragilidades e sofre com a pressão antrópica. Empreendimentos de considerável porte, como é o caso dos geradores de energia eólica, implicam na dinâmica natural e no próprio processo de resiliência do referido ecossistema. Além dos danos que a sociedade local também sofre, em especial os sons gerados e os riscos de choques elétricos causados pela ausência de cercas protetoras nos aerogeradores.

Ao observar os demais empreendimentos geradores, verifica-se que estão localizados no interior, caracterizados pelas áreas serranas; nessa região, a Caatinga é bioma predominante e, portanto, apresenta uma alta vulnerabilidade para danos ecossistêmicos. Em 2020, início das primeiras observações em campo, havia em construção o Complexo Chafariz Sul, o qual em 2023, término da pesquisa, já estava em pleno funcionamento.

Em um primeiro momento, foram observados e registrados os seguintes danos ambientais: abertura e modificação dos traçados das estradas rurais, modificação do relevo, supressão de vasta área de vegetação, alteração nos cursos d'água e descaracterização da paisagem. Ressalta-se que essa análise se pautou na observação das ações desenvolvidas na fase de construção do complexo eólico, ou seja, nos primeiros impactos.

Depois do início das operações desse empreendimento, outros danos foram observados, mais direcionados à questão social. Primeiramente, o sonoro; com o grande número de aerogeradores em funcionamento, cria-se uma onda sonora que antes não era observada. Em segundo, a alteração na mobilidade dos moradores locais, as estradas mudaram os cursos, fazendo com os moradores precisem percorrer longas distâncias até seus destinos; e, por fim, os riscos de choques

elétricos pela exposição de cabos e pelos próprios aerogeradores que podem estar energizados.

Nos novos empreendimentos que em 2023 estão em fase de construção, foram observados danos idênticos aos analisados anteriormente, diferenciando-se no tocante à dimensão das obras. Localizados nos municípios de Santa Luzia e Junco do Seridó, o Complexo Eólico Serra do Seridó apresenta diversos empreendimentos, os quais são denominados de Serra do Seridó II, III, IV, VI, VII, IX, X, XI, XII, XIV, XVI e XVII. Esses estão na Fase 1, com suas devidas licenças de instalação e têm em seu escopo a construção de acessos, plataformas e rede de média tensão.

As alterações nas vias de acesso com o alargamento das estradas rurais traz danos ambientais consideráveis, a exemplo da supressão da vegetação em grande extensão territorial e mudanças no relevo, o qual recebe cortes significativos, alterando os processos de escoamento das águas e, consecutivamente, acelerando processos erosivos. Além das alterações paisagísticas ocasionadas pela inserção de novos elementos na paisagem.

Diante de todos os danos e impactos apresentados no decorrer do trabalho, é importante registrar um prognóstico acerca dos possíveis problemas que se apresentarão nos municípios que apresentam licenças em andamento e que em breve terão suas obras iniciadas. Todos os municípios que serão contemplados com novos parques eólicos estão predominantemente no bioma Caatinga, portanto, com fragilidades consideráveis. Ademais, as possíveis alterações na paisagem não se darão apenas com a inserção dos aerogeradores, mas com a abertura e alargamento de estradas, desmatamento e mudanças no relevo. A depender das singularidades locais de cada município, outros impactos poderão ser observados, além dos que podem aparecer após esses empreendimentos entrarem em operação.

É importante pontuar que a energia de fonte eólica é, indiscutivelmente, limpa, por se tratar de uma energia obtida de um recurso natural inesgotável que são os ventos. Entretanto, os empreendimentos geradores não estão isentos de provocar sérios impactos ambientais decorrentes da implantação e da operação dos parques eólicos. Dessa forma, o que se busca atualmente é conhecer os principais impactos dessas atividades com o objetivo de que novos instrumentos legais sejam efetivados, de modo a alinhar os interesses econômicos com as preservações ambiental e social.

Para tanto, é imprescindível que os órgãos ambientais exijam dos empreendimentos projetos pautados no planejamento ambiental e que os danos

causados, principalmente no período de construção dos empreendimentos geradores de energia eólica, sejam efetivamente compensados com ações de recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e criação de áreas protegidas e mantidas pelos responsáveis legais dos parques eólicos.

Não obstante, é preciso elaborar e implementar políticas públicas ambientais que permitam a participação popular, a fim de que as comunidades tradicionais sejam ouvidas e respeitadas, tornando-as parte integrante do processo de tomada de decisões. É preciso ouvir, entender as demandas, analisar os possíveis impactos e, só assim, pôr em prática uma justiça socioambiental em consonância com o Desenvolvimento Sustentável.

REFERÊNCIAS

- ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual Dados 2020**. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o_2020.pdf Acesso em 25 jun. 2021.
- AESA. **Shapefile** (Rodovias). 2020. Disponível em: <http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>. Acesso em 08 jan. 2021.
- ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília. 153p. 2002.
- ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 745, DE 22 DE NOVEMBRO DE 2016**. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/038/resultado/ren2016745.pdf>. Acesso em 10 mar. 2020
- ANEEL. **Sistema de Informações de Geração da Aneel**. Disponível em: <https://bit.ly/2IGf4Q0>. Acesso em 31 mai. 2020 – 09 jun. 2020 – 20 mar. 2023.
- ARAÚJO, Lílian Alves de. **Danos Ambientais na Cidade do Rio de Janeiro**. In: Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. 6 ed. Rio de Janeiro. Bertrand. 2010.
- BARTHELMESS, E. L., BROOKS, R. P. **Impacts of wind turbines on wildlife and natural habitats**. Wildlife Society Bulletin, 34(2), 442-449. 2010.
- BERTRAND C, BERTRAND G. **Une Géographie Traversière. L'environnement à travers territoires et temporalités**. Paris, Éditions Arguments. 2002.
- BRANNSTROM, Christian; GORAYEB, Adryane; MENDES, Jocicléa de Sousa; LOUREIRO, Caroline; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade; SILVA, Edson Vicente da; FREITAS, Ana Larissa Ribeiro de; OLIVEIRA, Rafael Fialho de. **Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state**. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, v. 67, p. 62-71, 2017.
- BRANNSTROM, Christian. GORAYEB, Adryane. SOUZA, Wallason Farias de. LEITE, Nicolly Santos. CHAVES, Leilane Oliveira. GUIMARÃES, Rodrigo. GÊ, Dweynny Rodrigues Filgueira. **Perspectivas Geográficas nas Transformações do Litoral Brasileiro pela Energia Eólica**. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 03-28. 2018.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988. Senado Federal. Brasília, 2016.
- BRASIL. **Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 05 jan. 2020.

BRASIL. **RESOLUÇÃO Nº 24, DE 5 DE JULHO DE 2001.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Resolu%C3%A7%C3%A3o/RES24-01.htm. Acesso em 21 jan. 2020.

BRASIL. **LEI Nº 10.438, DE 26 DE ABRIL DE 2002.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10438.htm. Acesso em: 22 mai. 2020

BRASIL. **DECRETO Nº 5.025, DE 30 DE MARÇO DE 2004.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5025.htm. Acesso em: 22 mai. 2019

BRASIL. **DECRETO Nº 6.048, DE 27 DE FEVEREIRO DE 2007.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6048.htm. Acesso em 21 mar. 2020.

BRASIL. **DECRETO Nº 5.163, DE 30 DE JULHO DE 2004a.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm. Acesso em 22 mai. 2019.

BRASIL. **LEI Nº 10.762, DE 11 DE NOVEMBRO DE 2003.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.762.htm. Acesso em 19 mar. 2020.

BRASIL. **LEI Nº 13.169, DE 06 DE OUTUBRO DE 2015.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13169.htm. Acesso em: 12 mai. 2020.

BRASIL. **DECRETO Nº 7.212, DE 15 DE JUNHO DE 2010.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7212.htm. Acesso em 10 abr. 2020.

BRASILEIRO, Francisca Mairla Gomes. **Análise da Influência dos Parques Eólicos na Modificação das Condições Climáticas Locais em Áreas Piloto no Ceará e no Rio Grande do Norte.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2019.

BREMER, S. GLAVOVIC, B. **Mobilizing knowledge for coastal governance: re-framing the science-policy interface for integrated coastal management.** Coastal Management, v. 41, n. 1, p. 39-56, 2013.

BURTON, T.; SHARPE, D.; JENKINS, N.; BOSSANYI, E. **Wind Energy Handbook.** Chichester: John Wiley & Sons, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CLIMATE-DATA. **Clima São José do Sabugi**. 2020. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/paraiba/sao-jose-do-sabugi-312309/> Acesso em: 27 abr. 2020.

CNM - Confederação Nacional de Municípios. **Guia para Localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nos Municípios Brasileiros. O que os gestores municipais precisam saber**. Brasília. 2016.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas – Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 6 ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2010.

COLTRI, P. Pereira. **Análise de Séries Históricas, Ilhas de Calor e Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo-USP, 2006.

CONAMA. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549.

CONAMA. **Resolução nº 237, de 19 de Dezembro de 1997**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf Acesso em 15 mar. 2020.

CONAMA. **Resolução nº 279, de 27 de Junho de 2001**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2001/res_conama_279_2001_licenciamentoambientalsimplificadoparaempreendimentoseseletricos.pdf. Acesso em 02 abr. 2020.

CONAMA. **Resolução nº 462, de 24 de Julho de 2014**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=703>. Acesso em 15 abr. 2020.

COSTA, Mônica Antonizia de Sales. COSTA, Monilson de Sales. COSTA, Maria Monizia de Sales. LIRA, Marcos Antônio Tavares. **Impactos Socioeconômicos, Ambientais e Tecnológicos Causados pela Instalação dos Parques Eólicos no Ceará**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 34, n. 3, 399 411, 2019.

CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 248 p.

DER. **Relação Descritiva de Rodovias e Estradas Estaduais Divisão em Trechos**. 2020. Disponível em: <https://der.pb.gov.br/sistema-rodoviario/rodovias> Acesso em 04 mai. 2020.

ELETROBRÁS. **Guia de Habilitação Eólica – GHE**. Disponível em: https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/programas/proinfa/guia_eolica_final.pdf. Acesso em 26 mai. 2019.

ELETROBRÁS. **Guia de Habilitação Eólica – GHE**. Disponível em: https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/programas/proinfa/eol_hab.PDF. Acesso em 27 mai. 2019b.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Informe a Imprensa**. Brasília, 2009. Disponível em: http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-90/20090716_1.pdf. Acesso em 21 abr. 2020.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. 2019. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2019 - 2029**. Ministério de Minas e Energia (MME): Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2029>. Acesso em 01 dez. 2019.

FIRJAN. Manual de Licenciamento Ambiental: Guia de Procedimento Passo a Passo. Rio de Janeiro. GMA. 2004.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna. MEDEIROS, Raimundo Mainar de. SANTOS, Djail. MATOS, Rigoberto Moreira de. **Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba**. Revista Brasileira de Geografia Física. V. 08. N. 04. 2015. p. 1006-1016.

FREITAS, S. P., OLIVEIRA, R. A. de. **Potencial eólico e impactos socioambientais: um estudo integrado sobre os efeitos da energia eólica no Brasil**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, 10 (2), 227-240. 2021.

GONG, J. **The construction of wind turbine generator system**. In: Gong J, editor. A technical guideline for wind turbine generator system. Beijing, China: China Machine Press. p. 4-120, 2004.

GORAYEB, Adryane. BRANNSTROM, Christian. MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade. MENDES, Jocicléa de Sousa. **Wind power gone bad: Critiquing wind power planning processes in northeastern Brazil**. Energy Research & Social Science, v. 40, p. 82-88, 2018.

IBGE. **Cidades**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em 08 mai. 2020.

IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias**. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2100600> Acesso em 13 abr. 2020.

IBGE. **Shapefiles** (Limites). 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura->

territorial/15774-malhas.html?edicao=24048&t=acesso-ao-produto. Acesso em 05 jun. 2020.

JOSEPH, Chris. GUNTON, Thomas. RUTHERFORD, Murray. **Good Practices for Environmental Assessment**. Impact Assessment and Project Appraisal. V. 33. N. 4. p. 238 - 254. 2015.

KALDELLIS, J. K.; GARAKIS, K.; KAPSALI, M. **Noise impact assessment on the basis of onsite acoustic noise immission measurements for a representative wind farm**. Renewable Energy, v. 41, p. 306-314, 2012.

KLUMB-OLIVEIRA, L. A.; FUKAI, D. T. **A reanálise e sua utilização como ferramenta para o gerenciamento**. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (Org.) Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, p. 154-169. 2020.

LIMA, L. O., et al. **Impactos Ambientais na Instalação de Parques Eólicos no Nordeste Brasileiro**. Brasil windpower 2017. Rio de Janeiro.

LOPES, Luana G. N. SILVA, Ary G. GOURLART, Antônio Celso O. **Novos Caminhos na Análise Integrada da Paisagem: Abordagem Geossistêmica**. Natureza on line 12 (4): 156-159. 2014.

LOPEZ, R.A. **Energia eólica**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2012.

LOUREIRO, Caroline Vitor. GORAYEB, Adryane. BRANNSTROM, Christian. **Implantação de Energia Eólica e Estimativa das Perdas Ambientais em um Setor do Litoral Oeste do Ceará, Brasil**. Geosaberes, Fortaleza, v. 6, 2015.

MEIRELES, A. J. A. **Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais**. Confins (Paris), v. 11, p. 1-23, 2011.

MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. **Danos Socioambientais Originados pelas Usinas Eólicas nos Campos de Dunas do Nordeste Brasileiro e Critérios para Definição de Alternativas Locacionais**. In: Impactos Socioambientais da Implantação dos Parques de Energia Eólica no Brasil. Fortaleza. Edições UFC. 2019.

MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. GORAYEB, Adryane. LIMA, Gledson Santos de. SILVA, Débora Raquel Freitas da. **Impactos Socioambientais da Energia Eólica no Litoral Cearense**. In: Evolução das Paisagens e Ordenamento Territorial de Ambientes Interiores e Litorâneos. Fortaleza. Expressão Gráfica e Editora. 2015.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia Física: Ciências Humanas?**. 8 ed. São Paulo. Contexto. 2014.

MMA. **Mata Atlântica**. 2020a. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento.html. Acesso em 20 mar. 2020.

MMA. **Caatinga**. 2020b. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>
Acesso em 20 mar. 2020.

MMA. **Caderno de Licenciamento Ambiental**. Programa Nacional de Capacitação de gestores ambientais: licenciamento ambiental. Brasília. 2009.

MOREIRA, N.R.; VIANA, A.F.; OLIVEIRA, D. A. B.; VIDAL, F.A. B. **ENERGIA EÓLICA NO QUINTAL DA NOSSA CASA?! Percepção ambiental dos impactos sociambientais na instalação e operação de uma usina na comunidade de Sítio do Cumbe em Aracati-CE**. GeAS – Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, São Paulo, v.2, n.1, 2013.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. **Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico**. Estudos Avançados. 26 (74), 2012.

NEOENERGIA. **Complexo Eólico Chafariz**. Disponível em:
<https://www.neoenergia.com/pt-br/sobre-nos/linhas-de-negocios/renovaveis/renovaveis-eolica/Paginas/complexo-chafariz.aspx>. Acesso em 06 out. 2020.

OLIVEIRA, A.I.A. **O dano ambiental e sua reparação**. Rio de Janeiro: np., 1995.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Relatório da Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Assembleia Geral. 42/187. 1987. Disponível em: <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>. Acesso em 10 abr. 2020.

PARAÍBA. **LEI Nº 10.720 DE 22 de JUNHO DE 2016**. Disponível em:
http://sapl.al.pb.leg.br/sapl/sapl_documentos/norma_juridica/12182_texto_integral. Acesso em 01 mai. 2020.

PARAÍBA. **Atlas Eólico Paraíba**. 2018. Disponível em: <http://mapaeolico.pb.gov.br/>. Acesso em: 15 mar. 2020

PERROW, M. R. **Wind Energy: Impacts and Issues**. Springer Science & Business Media (2012).

PINTO, M. **Fundamentos da energia eólica**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

PINTO, M. F.; NASCIMENTO, J. L. J. DO; BRINGEL, P. C. F.; MEIRELES, A. J. DE A. **Quando os conflitos socioambientais caracterizam um território?** Gaia Scientia, p. 271 - 288, 2014.

PORTO, M. F. S.; FINAMORE, R.; FERREIRA, H. **Injustiças da sustentabilidade: Conflitos ambientais relacionados à produção de energia “limpa” no Brasil**. Revista Crítica de Ciências Sociais, 2013.

ROCHA, André Santos da. **Território como Representação**. Mercator. Fortaleza, v. 12, n. 29, p. 139-153. 2013.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para o Planejamento Ambiental**. São Paulo. Oficina de Textos. 2006.

RUIZ, M. J.; SERRANO, T., M. L. **Elección de criterios y valoración de impactos ambientales para la implantación de energía eólica**. Papeles de Geografía, v. 47, p. 171-183, jan-dez, 2008.

SEFAZ. **Convênio ICMS Nº 101 de 12 de Dezembro de 1997**. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/convenio-101-1997_14106.html. Acesso em 08 mar. 2020

SILVA, Enio Moraes da. **O estado democrático de direito**. A. 42. N. 167. Brasília: Revista de Informação Legislativa, jul/set 2005. p. 213 – 229.

SILVA, Edson Vicente da. RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 5 ed. Edições UFC. Fortaleza. 2017.

SILVA, Ênio Moraes da. **O estado democrático de direito**. a.42 n. 167. Brasília: Revista de Informação Legislativa, jul/set 2005. p. 213 – 229.

SILVA, Wandson do Nascimento. GORAYEB, Adryane. **Energia Eólica no Estado da Paraíba: produção, perspectivas e desafios**. In: Geografia Física e as Mudanças Globais. Fortaleza. Editora UFC. 2019.

SIMAS, Moana. PACCA, Sérgio. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. Estudos Avançados, Vol. 27 (77). 2013. p. 99-115. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100008. Acesso em 20 jan. 2020.

SOUZA, Celina. **Políticas Públicas: uma revisão da literatura**. Sociologias, Porto Alegre, ano 8, no 16, jul/dez 2006, p. 20-45.

SOUZA, Marcelo José Lopes. **Território: Sobre Espaço e Poder, Autonomia e Desenvolvimento**. In: CASTRO, Iná Elias, GOMES, Paulo César da Costa, CORRÊA, Roberto Lobato (Org.) Geografia: Conceitos e Temas. 17 ed. Bertrand: Rio de Janeiro, 2017.

SUN, C. S. et al. **Environmental impact of wind power generation projects**. J. Electr. Power Sci. Technol, v. 23, p. 19-23, 2008.

TAYLOR, K. **Impacts of Wind Energy Development on Birds: Implications for Conservation**. University of Minnesota (2010).

THÉRY, Neli de Mello. CARON, Patrick. **Controvérsias e Transições para o Desenvolvimento Sustentável**. Mercator. Fortaleza-CE. Vol. 19. 2020.

TOLMASQUIM Mauricio. **As Origens da Crise Energética Brasileira**. Pontos de Vista. Ambiente & Sociedade - Ano III - No 6/7. p. 179-183. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/n6-7/20435.pdf>. Acesso em 20 mai. 2019

TRALDI, Mariana. **Impactos Socioeconômicos e Territoriais da Implantação de Parques Eólicos no Municípios de Caetité (BA) e João Câmara (RN)**. In: Impactos Socioambientais da Implantação dos Parques de Energia Eólica no Brasil. Fortaleza. Edições UFC. 2019.

TROPMAIR, Helmut. GALINA, Marcia Helena. **Geossistemas**. Revista Mercator. Fortaleza-CE. Ano 05. Nº 10. 2006.

UFCG. **Departamento de Ciências Atmosféricas**. 2006. Disponível em: <http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/>. Acesso em 20 abr. 2020.

VERDUM, R.; BIER, L. L.; VIEIRA, L. F. S.; FORMIGA, A. A. **Percepção e impactos na paisagem a partir da geração de energia alternativa em Parques Eólicos no Rio Grande do Sul**. GeoUECE (online), v. 09, n. 17, p. 07-23, 2020.

WOLSINK, M. **Planning of renewables schemes: Deliberative and fair decision-making on landscape issues instead of reproachful accusations of non-cooperation**. Energy Policy, 35(5), 2692-2704 (2007).