

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

MARIA EDUARDA DORNELES TARABAL

**UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA BEM COMO SEUS
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: ENFOQUE NO ESTUDO DE CASO DO
MUNICÍPIO DE SANTANA DO LIVRAMENTO-RS**

Santana do Livramento - RS

2024

MARIA EDUARDA DORNELES TARABAL

**UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA BEM COMO SEUS
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: ENFOQUE NO ESTUDO DE CASO DO
MUNICÍPIO DE SANTANA DO LIVRAMENTO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Direito da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Direito.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Rocha de
Miranda

Santana do Livramento - RS

2024

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

T176a Tarabal, Maria Eduarda Dorneles

Uma análise da produção de energia eólica bem como seus impactos socioambientais: enfoque no estudo de caso do município de Santana do Livramento-RS / Maria Eduarda Dorneles Tarabal.

65 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, DIREITO, 2024.

"Orientação: João Paulo Rocha de Miranda".

1. Energia eólica. 2. Renováveis. 3. Legislações. 4. Impactos. 5. Sustentabilidade. I. Título.

MARIA EDUARDA DORNELES TARABAL

UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA BEM COMO SEUS
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: ENFOQUE NO ESTUDO DE CASO DO
MUNICÍPIO DE SANTANA DO LIVRAMENTO-RS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Direito da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Direito.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: _____.

Banca examinadora:

Prof. Dr. João Paulo Rocha de Miranda
Orientador
(UNIPAMPA)

Prof. (titulação). (Nome do membro da banca)
(sigla da instituição)

Prof. (titulação). (Nome do membro da banca)
(sigla da instituição)

Dedico este trabalho à minha família, e ao meu noivo, por sempre acreditarem em mim! O amor que vocês tem por mim é o que me estimula a lutar todos os dias!

AGRADECIMENTO

Agradeço de forma primordial aos principais responsáveis pelas minhas conquistas, aqueles que sempre me incentivaram e me apoiaram para que eu pudesse me dedicar aos meus estudos, meus pais Adriana e Francisco. Agradeço também a minha irmã Ana Júlia pela parceria e carinho de sempre, aos meus amigos da faculdade pela ajuda e incentivo em todo caminho percorrido no âmbito acadêmico, e ao meu noivo Vinícius, por toda compreensão e suporte nos momentos difíceis, que foram essenciais para que eu conseguisse finalizar o presente trabalho. Sobretudo, agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica, em especial ao professor João Paulo Miranda, que me orientou com toda paciência e dedicação durante a confecção deste trabalho, e a quem admiro como pessoa e como profissional.

“A voz da gaita me acena, se o gaiteiro tem talento, e o minuano nas melenas, agita meu pensamento, e a noite será pequena se eu for cantar Livramento!”.

Nelson Cardoso

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal investigar os impactos socioambientais da produção de energia eólica, com um enfoque específico no município de Santana do Livramento, localizado no Rio Grande do Sul. Quanto ao método científico, foi adotado o dedutivo, partindo de aspectos gerais e históricos da energia eólica até chegar a um estudo de caso específico. No tocante aos procedimentos metodológicos, é adotada a pesquisa bibliográfica detalhada, assim como a realização de um estudo de caso a partir de análises documentais e de questionários anonimizados e envolvendo informações de domínio público. A disposição do trabalho está dividida em três partes principais. Na primeira parte, é apresentado o contexto histórico da implementação das energias renováveis, com uma análise das legislações brasileiras que incentivaram o uso de fontes alternativas, destacando-se, a eólica. O segundo capítulo aborda o princípio da sustentabilidade, bem como os impactos sociais, positivos e negativos, resultantes do desenvolvimento da energia eólica. A última parte oferece um breve panorama atual da energia eólica no Brasil e no estado do Rio Grande do Sul, além de analisar noções de funcionamento de um aerogerador e seus principais componentes e conclui com o estudo de caso de Santana do Livramento, dos complexos eólicos Cerro Chato e Coxilha Negra. A pesquisa conclui que, apesar da energia eólica não estar isenta de impactos ambientais, ela representa uma alternativa vital para a construção de um futuro mais sustentável e ecologicamente equilibrado, sendo o caso de Santana do Livramento, abordado nesta pesquisa, um grande exemplo de destaque regional e estadual na produção de energia através da fonte eólica.

Palavras-Chave: energia eólica; impactos; legislações; renováveis; sustentabilidade.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general analizar los impactos socioambientales de la generación de la energía del viento, con un enfoque específico en el municipio de Santana do Livramento, ubicado en Rio Grande do Sul. En cuanto al método científico, se adoptó el deductivo, partiendo de aspectos generales y históricos de la energía eólica hasta llegar a un estudio de caso específico. En lo tocante a los procedimientos metodológicos, se adopta la investigación bibliográfica detallada, así como la realización de un estudio de caso a partir de análisis documentales y de cuestionarios anonimizados que involucran información de dominio público. La organización del trabajo está compartida en tres partes principales. En la primera parte, se presentará el contexto histórico de la implementación de las energías renovables, con un análisis de las legislaciones brasileñas que incentivaron el uso de fuentes alternativas, destacando la eólica. El segundo capítulo examina el principio de la sostenibilidad, así como los impactos sociales y ambientales, tanto positivos como negativos, resultantes del desarrollo de la energía eólica. La última parte ofrece un breve panorama actual de la energía eólica en Brasil y en el estado de Rio Grande do Sul, además de analizar las nociones de funcionamiento de un aerogenerador y sus principales componentes, y concluye con el estudio de caso de Santana do Livramento, de los complejos eólicos Cerro Chato y Coxilha Negra. La investigación concluye que, aunque la energía eólica no está exenta de impactos ambientales, simboliza una alternativa pertinente para la construcción de un futuro más sostenible y ecológicamente equilibrado, siendo el caso de Santana do Livramento, tema de la investigación, un gran ejemplo de prominencia regional y estatal en la producción de energía a través de la fuente eólica.

Palabras Clave: energía eólica; impactos; legislaciones; renovables; sostenibilidad.

LISTA DE SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CF - Constituição Federal

CO₂ - Dióxido de Carbono

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental

GCE - Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica

GEE - Gases do Efeito Estufa

GW - Gigawatt

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

KG - Quilograma

KM - Quilômetro

KM² - Quilômetro quadrado

KW - Quilowatt

MME - Ministério de Minas e Energias

MW - Megawatt

MWh - Megawatt-hora

PIA - Produtores Independentes Autônomo

PE - Pernambuco

PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas

PIB - Produto Interno Bruto

PJ - Pessoa Jurídica

PROEÓLICA - Programa Emergencial de Energia Eólica

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PT - Partido dos Trabalhadores

RS - Rio Grande do Sul

SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL

SIN - Sistema Interligado Nacional

TWh - Terawatt-hora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 AS MUDANÇAS AO LONGO DA HISTÓRIA QUE PROPORCIONARAM A BUSCA POR ENERGIAS RENOVÁVEIS COM ENFOQUE NA ENERGIA EÓLICA	14
2.1 Contexto histórico do surgimento da energia eólica no Brasil	18
2.2 Políticas públicas implementadas no Brasil ao longo dos anos com objetivo de incentivar a expansão das fontes alternativas de energia	19
2.3 Legislações brasileiras que proporcionaram a regulamentação da produção de energia elétrica e incentivo da utilização da energia dos ventos no país	22
3 O PRINCÍPIO DA SUSTENTABILIDADE NO ORDENAMENTO JURÍDICO E A SUA IMPLICAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS	26
3.1 Vantagens da utilização da energia eólica na busca de uma produção de energia mais sustentável	30
3.2 Impactos socioambientais a serem observados e mitigados para garantir a efetividade da sustentabilidade na produção eólica de energia	32
4 A PRESENÇA DA ENERGIA LIMPA NO BRASIL COM ENFOQUE EM ENERGIA EÓLICA	38
4.1 Um breve panorama histórico do avanço da energia eólica no Rio Grande do Sul	39
4.2 Noções de funcionamento básico de um aerogerador e de seus componentes	39
4.3 Uma síntese acerca da cidade de Santana do Livramento e da empresa responsável pelos empreendimentos eólicos no município	41
4.4 Estudo de Caso com enfoque nos empreendimentos eólicos de Santana do Livramento	43
4.4.1 Cerro Chato.....	44
4.4.2 Coxilha Negra.....	47
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICES	62
A - QUESTIONÁRIO COMPLEXO CERRO CHATO.....	62
B - QUESTIONÁRIO COMPLEXO COXILHA NEGRA.....	64

1 INTRODUÇÃO

Esta monografia é um estudo abrangente sobre a produção de energia eólica no Brasil, focando especificamente na contribuição desse setor para a sustentabilidade, conforme o princípio do Direito Ambiental, em suas três esferas: econômica, social e ambiental. A pesquisa foi realizada com base no ordenamento jurídico brasileiro, utilizando dados oficiais e um estudo de caso que examina a produção de energia eólica no município de Santana do Livramento, RS.

Desde o final do século XIX, a Revolução Industrial levou a um aumento significativo no uso de combustíveis fósseis para promover maior eficiência industrial. Inicialmente, existia pouca preocupação com a escassez desses recursos e os impactos ambientais causados. Entretanto, à medida que as mudanças climáticas se tornaram evidentes, surgiu a necessidade de buscar fontes de energia limpas, fundamentais para atender às novas demandas do mercado e para a diversificação das matrizes energéticas em um contexto global.

A crise climática atual, resultante do desmatamento e da queima de combustíveis fósseis, agravou-se com o aumento dos custos e a indisponibilidade dessas fontes de energia, além das alterações ecossistêmicas prejudiciais causadas pela emissão de gases de efeito estufa. Diante desse cenário, a preocupação com a sustentabilidade tem levado muitas nações a buscar fontes de energia renováveis e limpas.

A descarbonização é um processo emergente que tem por objetivo reduzir a produção de energia através de combustíveis fósseis, promovendo alternativas que atendam aos princípios do desenvolvimento sustentável e às necessidades socioeconômicas. No Brasil, a matriz energética diversificada ainda é dominada pela produção hidráulica, que, apesar de ser limpa e renovável, apresenta impactos socioambientais negativos e dependência pluviométrica.

Uma das alternativas promissoras é a energia eólica, que não emite nenhum resíduo poluente e está em crescimento no país. Dessa forma, esta pesquisa busca avaliar os impactos socioambientais da energia eólica no Brasil, bem como, a contribuição que esta possui para a sustentabilidade do setor energético, constituindo o objetivo geral da presente monografia.

Visto a importância que existe na atualidade em debater alternativas em relação às alterações climáticas. Ainda mais pelo acontecimento de diversos fatos que

estão ocorrendo à nível global. Pode-se citar, nesse sentido, a tragédia que assolou o estado do Rio Grande do Sul no mês de maio de 2024, quando as chuvas acima da média provocaram uma enchente histórica que destruiu diversas cidades, prejudicando o âmbito econômico, educacional, social, de transportes, entre outros prejuízos. Faz-se mais importante do que nunca incentivar mudanças no comportamento humano, a fim de mitigar as catástrofes climáticas.

Nessa seara, no âmbito econômico e energético brasileiro, é essencial a pesquisa e maior implementação de fontes alternativas de geração de energia. Ademais, existe no Brasil, um potencial gigantesco em relação às renováveis, principalmente em relação a produção através dos ventos, visto que as hidrelétricas (a qual ocupa o topo da matriz energética brasileira) possuem dependência do regime de chuvas. Mostrando-se a presente pesquisa relevante frente o cenário climático da atualidade e o potencial que essa fonte de energia possui.

O método escolhido para o desenvolvimento do presente trabalho foi o dedutivo, caracterizado por ser um processo analítico de várias informações, as quais, guiam a uma determinada conclusão. Nesse sentido, a análise se dará a partir de premissas mais gerais para culminar em entendimentos mais específicos e particulares, sendo esse o modo mais eficiente para tratar o tema da produção da energia eólica e os seus impactos, tema da presente monografia (SILVA, 2005).

A pesquisa será qualitativa, utilizando o ambiente natural como principal fonte de informações. Adotará uma abordagem descritiva exploratória a fim de caracterizar e analisar fenômenos relacionados à energia eólica. A metodologia incluirá revisão bibliográfica de artigos, revistas científicas, monografias e sites oficiais como ANEEL, ABEEÓLICA e IBGE.

Ademais, será realizado um estudo de caso acerca dos Complexos Eólicos localizados no município de Santana do Livramento no Rio Grande do Sul, quais as centrais geradoras presentes, bem como os aspectos de operação, potencial energético produzido, os impactos locais encontrados, bem como as medidas realizadas para mitigação destes. De acordo com Gil (2010), o estudo de caso implica em uma apuração detalhada e exaustiva de um ou mais objetos, permitindo assim que o investigador tenha um vasto e aprofundado conhecimento acerca do assunto.

O presente trabalho está organizado em 3 capítulos, os quais demonstram os objetivos gerais do trabalho. Começando por uma análise geral acerca das fontes de energia renováveis de energia, a nível brasileiro e mundial, com enfoque no

surgimento destas. Além disso, é realizado um breve contexto histórico da implementação da energia eólica no Brasil. Ainda na primeira parte, são analisadas as legislações e incentivos governamentais pertinentes ao avanço das renováveis, focando na energia dos ventos.

Nesse sentido fez-se necessário na segunda parte, examinar o princípio da sustentabilidade presente no ordenamento jurídico brasileiro, bem como um estudo detalhado dos impactos que a energia eólica apresenta, no âmbito social e ambiental no decorrer de sua implementação e operação. Outrossim, nesta mesma toada, quais alternativas e medidas são possíveis para mitigar os impactos negativos nesse aspecto.

Na última parte é exposto o cenário atual da produção de energia através das fontes renováveis no Brasil, principalmente a eólica, bem como no Estado onde está inserido o objeto do presente estudo de caso, ou seja, a geração eólica no município de Santana do Livramento, RS. São apresentados também dados principais do município, como economia, população, etc. Igualmente, é realizada uma explanação breve acerca do funcionamento de um aerogerador, principal estrutura que constitui um empreendimento eólico. Por fim, a análise dos dados encontrados em documentos e questionários anonimizados, realizado com funcionários das Subestações de Santana do Livramento, acerca dos complexos existentes na cidade e envolvendo informações de domínio público.

Ao final, essa pesquisa demonstra os impactos socioambientais da produção de energia eólica no Brasil e, especificamente, no município de Santana do Livramento, localizado no Rio Grande do Sul. Diante disso, demonstra que a energia eólica já se consubstancia em uma alternativa viável para a construção de um futuro mais sustentável e ecologicamente equilibrado.

2 AS MUDANÇAS AO LONGO DA HISTÓRIA QUE PROPORCIONARAM A BUSCA POR ENERGIAS RENOVÁVEIS COM ENFOQUE NA ENERGIA EÓLICA

O vento é meio de energia disponível de forma abundante na natureza e pode ser considerada um modo indireto de energia solar, que resulta do deslocamento de ar quente, o qual ascende na Linha do Equador, movendo-se para as regiões polares. Assim, é dizer que o vento é consequência inerente à dinâmica do planeta, mais precisamente das diferenças de temperaturas. Assim, é possível dizer que o vento é consequência inerente da dinâmica climática do planeta, mais precisamente das diferenças de temperaturas. Apesar de o aproveitamento do vento para a geração de energia elétrica ser algo mais moderno, a energia eólica era utilizada para os mais diversos fins desde aproximadamente 3000 A.C (Tercio, 2002).

Nesse mesmo sentido Lopez (2002), afirma que o vento era utilizado para movimentar os mais diversos mecanismos da humanidade desde o princípio da civilização. Tempos depois, a energia dos ventos começou a ser utilizada pelos chineses e persas, principalmente para tarefas como para a moagem de grãos e bombeamento de água, dividindo terreno com a tração animal e roda hidráulica, por exemplo.

Posteriormente, segundo Dutra (2008), houve a modernização dessa técnica, proporcionando sua disseminação por várias culturas, com aplicação em prensas de grãos, fabricação de papel e serrarias. Com a criação da máquina a vapor, que se mostrou mais eficiente, o moinho de vento gradualmente perdeu sua relevância, e acabou sendo substituído. A descoberta da energia elétrica na década de 1830 suscitou debates acerca do aproveitamento dos recursos naturais para a geração de energia, incluindo o vento. Diversas pesquisas foram conduzidas visando utilizar o vento como força motriz para a produção de eletricidade.

Em síntese, o vento emerge como uma fonte de energia ancestral, cuja sua utilização remonta a milhares de anos, desde os tempos das antigas civilizações egípcias até as avançadas tecnologias de produção de energia elétrica. A dinâmica planetária, a qual produz os ventos, por consequência, torna o aproveitamento de energia gerada através dos ventos uma opção renovável e promissora. Embora tenha sido deixada de lado por um período, por avanços como a máquina a vapor, o vento ressurgiu com vigor na era da eletricidade, destacando-se como uma opção sustentável e econômica para a produção de energia.

Com o desfecho do século XIX, o qual foi marcado pela segunda Revolução Industrial, na Inglaterra, proporcionou um segundo declínio do emprego convencional da energia eólica. Por motivos de significativa alteração nos métodos de fabricação, introduzindo a ampla adoção de recursos fósseis como fonte de energia, como por exemplo o carvão mineral, o gás natural, o petróleo, entre outros. A partir de então, cresceria a utilização da energia a partir da queima de recursos fósseis, caracterizados pela elevada capacidade energética, versatilidade de aplicação e facilidade de armazenamento e transporte. Porém, de outra banda, o progresso das redes elétricas também estimulou diversas investigações com intuito de adaptar os moinhos para a produção de eletricidade (Alves, 2017).

A exemplo, cerca de cinquenta anos após a descoberta da energia elétrica, em 1888, Charles Brush criou o primeiro cata-vento com o objetivo de gerar energia, em Cleveland, nos Estados Unidos da América. Afirma Dutra (2008) que esse dispositivo tinha a capacidade de fornecer cerca de 12kW de corrente contínua, que era armazenada em baterias que eram destinadas, principalmente, para fornecer energia para 350 lâmpadas incandescentes, o sistema era amparado por um tubo metálico central de 36 centímetros o qual garantia o giro de toda a estrutura.

Dessa forma, pode-se dizer que o final do século XIX um capítulo novo no histórico da energia dos ventos foi escrito, o qual foi limitado por um declínio de interesse temporário nessa fonte de energia, motivado pela ascensão da utilização de combustíveis fósseis durante a Revolução Industrial. No entanto, o progresso tecnológico e a crescente demanda causada pela descoberta da eletricidade incentivaram também novas pesquisas e tecnologias utilizadas, culminando por exemplo com a criação do cata-vento de Charles Brush, o qual pode demonstrar o potencial da energia eólica na geração de eletricidade.

Quase um século depois, na década de 1970, o mundo enfrentou a grande crise do petróleo, o que ocasionou um maior foco em fontes alternativas de energia. Nesse sentido, considerada o marco inaugural desse tema em escala global, a Conferência de Estocolmo, promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1972, inaugurou a discussão sobre os riscos associados ao uso intenso de recursos fósseis. Diante desse contexto, as iniciativas governamentais direcionam-se para uma transição gradual dos mecanismos de produção e do padrão energético, visando amenizar o impacto ambiental adverso e alinhar-se ao conceito de desenvolvimento sustentável (Gnoatto, 2017).

A relevância e necessidade em desenvolver novas formas de geração de energia atraiu atenção e investimentos para a energia eólica, tornando mais ágil e econômico o processo de fabricação dos componentes necessários. Esse fato proporcionou o avanço da sua aplicação em escala industrial, resultando na conexão da primeira turbina eólica à rede elétrica pública, na Dinamarca, em 1976. A soma de turbinas eólicas em funcionamento no mundo aumentou de 150 no ano de 1981 para 16.000 em 1985 (Burton *et al.*, 2001; Gnoatto, 2017).

Vale ressaltar que os câmbios no âmbito político, essenciais a possibilitar o emprego da energia dos ventos se deu de maneira mais rápida nos países desenvolvidos, ocorrendo, por óbvio, de forma mais morosa nos países em desenvolvimento, especialmente no que tange a falta de recursos financeiros para realização de pesquisas nessa área, além da produção, ou importação das peças necessárias para instalação de parques eólicos (Magalhães, 2009).

Em síntese, o século XX foi notável por uma expansiva conscientização acerca da demanda de alternar as fontes de energia e diminuir os impactos ambientais decorrentes da utilização intensa de combustíveis fósseis. Com o colapso do petróleo de 1970 e os estímulos globais em favor do desenvolvimento sustentável, a exemplo da Conferência de Estocolmo, proporcionaram uma maior atenção nas fontes alternativas, inclusive na energia eólica, pois o desenvolvimento tecnológico e os investimentos empregados possibilitaram a expansão em escala industrial, demonstraram o seu potencial como uma fonte de energia limpa e renovável.

No fim da década de 80 do século passado, as temáticas de meios de produção de energia e meio ambiente foram exaustivamente debatidas pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) e presidida por Gro Harlem Brundtland, que, no ano de 1987, publicou o Relatório de Brundtland, também conhecido pelo nome “Nosso Futuro Comum”. Esse documento conceituou desenvolvimento sustentável como aquele capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. Assim, inaugurou uma modalidade de progresso que almeja atender às demandas do momento sem prejudicar a capacidade das próximas gerações em suprir suas próprias exigências (Fussler; James, 1996; Barbieri, 2007; Blackburn, 2007).

Após esse momento na história, fomentado pela crise do petróleo e demonstrando os esforços mundiais em alcançar uma produção energética mais

limpa, a aplicação em escala industrial da energia eólica começou a tomar força. Assim, a primeira turbina eólica foi ligada à rede elétrica pública Dinamarquesa em 1976 (Burton *et al.*, 2001). Já no Brasil, somente no ano de 1990 as primeiras turbinas eólicas foram instaladas, em Fernando de Noronha e no Ceará (Nogueira; Queiroz Júnior, 2017).

Extrapolando os limites terrestres e explorando o potencial eólico nos mares, o primeiro parque eólico *offshore* do mundo foi o *Vindeby Offshore Wind Park*, inaugurado em 1991, no leste da Dinamarca. Constituído por 11 aerogeradores com potência de 450kW cada, totalizando 4,95 MW de potência instalada (Neoenergia, 2019; Vaicberg; Valiatt; Queiroz, 2021).

Embora o custo de instalação ainda seja significativo, é importante destacar que o dispêndio dos equipamentos básicos, essenciais para a fabricação das turbinas eólicas, começou a cair significativamente nos países desenvolvidos, na década de 1990. Desta forma, o custo da tecnologia tem se tornado cada vez mais acessível (Neoenergia, 2019).

Faz-se mister destacar outros eventos que ocorreram posteriormente, também ganhando destaque neste mesmo sentido, como a Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento no Rio de Janeiro, em 1992, igualmente referida como Cúpula da Terra ou Rio 92, que teve como consequência a formulação da Carta da Terra contendo 27 princípios destinados a guiar as ações dos países signatários, a concepção e ratificação do Protocolo de Kyoto em 1997 e a reunião Rio +10 no ano de 2002 (Vilha, 2009).

Já no ano de 2012, líderes governamentais, chefes de Estado, representantes da ONU e membros da sociedade civil participaram da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida também como Rio+20, realizada entre os dias 13 e 22 de junho de 2012, na cidade do Rio de Janeiro, abordando dois principais tópicos: a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável. Diante disso, a declaração final da Rio+20 resultou na publicação “O futuro que queremos”, reafirmando o comprometimento dos países com o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012).

Por fim, pode-se observar que com o passar do tempo os países tiveram seus interesses voltados para energias renováveis, bem como a temática foi ganhando cada vez mais espaço nas discussões à medida que os países entenderam a

necessidade de preservação do meio ambiente para as gerações futuras. Assim como, teve grande importância o avanço das pesquisas acerca dos benefícios econômicos e sociais que acarretaria a utilização de fontes de energia alternativas.

2.1 Contexto histórico do surgimento da energia eólica no Brasil

Os primeiros sensores especiais para medir o potencial eólico, bem como anemógrafos computadorizados foram instalados em solo brasileiro, no Ceará e em Fernando de Noronha - PE, no princípio dos anos 1990. Já o primeiro aerogerador foi instalado no país no ano de 1992, no arquipélago já citado, proveniente de uma parceria entre a Companhia Energética de Pernambuco e o Grupo de Energia Eólica da Faculdade Federal de Pernambuco e contou com financiamento do *Folk Center*, um instituto de pesquisas da Dinamarca. O aerogerador possuía capacidade de 75 kW, o que representava 10% da energia produzida na região (Alves, 2009; Abeeólica, s. d.).

Apesar da entrada em operação da primeira usina eólica, (Parque Eólico de Prainha) no Brasil ter sido no ano de 1999, no município de Aquiraz, no Ceará, com capacidade de 5MW, contando com dez geradores de 44 metros de altura. Esse meio de geração energética só teve alguma relevância após ser realizado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA), no ano de 2002. O intuito desse programa era expandir a utilização de outras fontes de energia, possibilitando a geração de 3.300 MW de energia provenientes dessas fontes alternativas (Alves, 2009; Monteiro; Albuquerque, 2021).

Apesar desse programa ter preços altos e prazos de instalação protelados por várias vezes, foi considerado um sucesso, pois viabilizou o ingresso tecnológico no país, ampliando a atividade de fornecedores, instaladores, fabricantes, entre outros. Depois, no ano de 2009 foi realizado o segundo leilão de energia de reserva, esse voltado em exclusivo para matriz eólica. Os estados com maior relevância na captação através desses leilões foram: Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Rio Grande do Sul, Paraná e Piauí. Dessa forma, o setor no Brasil engatou com a contratação da capacidade de 1,8 GW (Pinto, 2013; Salino, 2011; Brasil, 2010).

O que se pode perceber é que os primeiros passos da energia eólica no Brasil na década de 90 foram marcados por dificuldades e falta de incentivo governamental, é só no ano de 2002 com o PROINFA que essa fonte foi impulsionada pelo governo encontrando ambiente fértil para a sua expansão. Embora o programa apresentasse

alguns empecilhos como prazos prolongados e custos relegados, não deixa de ter importância crucial ao desenvolvimento de tecnologias, pesquisa e investimentos nessa fonte de energia. Assim como os leilões realizados, precipuamente o de 2009, possibilitando que o Brasil fosse um dos pioneiros da América Latina, tiveram enorme relevância para o setor.

Vale ressaltar também, segundo Barra e Teixeira (2022) que nesse período a maior parte dos fabricantes e fornecedores eram estrangeiros, além disso, diversos contratos não possuíam cobertura de manutenção e operação. O risco para quem investia no setor era alto, pois a mão de obra necessária na área apresentava-se escassa. Incluindo a inexistência de suporte do fabricante, tinha-se o resultado onde o investidor assumia a responsabilidade de transportar o equipamento do porto, instalar e manter em condições de funcionamento adequadas. Representando um freio considerável ao desenvolvimento e utilização em massa dessa fonte energética.

Entretanto, com o passar do tempo, assim como a elaboração de novos leilões e conseqüente diminuição dos preços de instalação e dos equipamentos necessários, possibilitaram a chegada de mais investidores do ramo. Por sua vez, estes, transformaram o mercado interno de produção de energia eólica, trazendo cada vez mais concorrência e competitividade ao setor, possibilitando, na prática, que a matriz energética brasileira fosse se diversificando, com mais uma fonte de energia renovável (Barra; Teixeira, 2022).

Para concluir, é possível verificar que os leilões realizados nessa seara representaram diminuição de custos de operação e de equipamentos, angariando cada vez mais investidores nesse setor energético. Por conseguinte com maior competitividade, o mercado brasileiro foi se tornando cada vez mais dinâmico, proporcionando que a matriz energética nacional fosse, aos poucos, se diversificando através de uma energia renovável e provando que políticas públicas são essenciais, como será demonstrado a seguir, para o crescimento e avanço de uma transição energética mais sustentável, de forma a garantir benefícios econômicos, sociais e inclusive ao meio ambiente.

2.2 Políticas públicas implementadas no Brasil ao longo dos anos com objetivo de incentivar a expansão das fontes alternativas de energia

O setor elétrico no Brasil passou por mudanças importantes a partir da década de 90, como apontado anteriormente. Seguiu-se a inclinação mundial de reestruturar o setor energético, com objetivo de proporcionar maior competitividade no mesmo, ampliando a perspectiva de financiamento. Nesse sentido, pode-se afirmar que nesse momento histórico o âmbito energético nacional é impulsionado por modificações governamentais ao redor do mundo, os quais buscavam novidades a fim de melhorar os impactos causados pela crise do keynesianismo (Santos, 2003; Arienti, 2003).

A partir de 2001, durante uma crise energética severa no Brasil, pode-se observar uma verdadeira maratona de empresários com interesse em investir na operação e instalação de usinas eólicas no país. Por causa do seu potencial eólico, a região Nordeste se mostrava propensa para o uso desse tipo de energia do litoral dos estados do Rio Grande do Norte e do Ceará, onde concentrou-se o interesse dos investidores (Alves, 2009).

Nesse período, entre as principais políticas públicas voltadas ao setor energético, destaca-se a criação da Agência Brasileira de Energia Elétrica (ANEEL), com intuito de facilitar e possibilitar condições benéficas para que o mercado no âmbito da energia elétrica se desenvolvesse com equiparação entre os agentes em atividade, assim como, promovesse proveitos para a sociedade, através de mecanismos regulatórios e fiscalizatórios. Além disso, o surgimento da agência tinha por objetivo incentivar e promover pesquisas graças à criação da Revista Pesquisa e Desenvolvimento (Nascimento; Mendonça; Cunha, 2012).

Segundo a ANEEL (2008), as referidas transformações nessa seara, aconteceram em decorrência do enfraquecimento da estrutura energética presente no Brasil até meados dos anos 90, nos quais a inadimplência e ineficiência de operação das concessionárias eram características facilmente encontradas. Ademais, percebia-se uma utilização constante das tarifas do ramo como um método de controlar a inflação, empurrando o Governo a entabular uma reforma na estrutura do campo energético através de privatizações.

Desse modo, verifica-se a importância da criação da ANEEL entre outras políticas públicas para propiciar um ambiente mais equitativo, proporcionando maior regulamentação e propiciando maior desenvolvimento do setor energético. Assim, as modificações nesse mercado, são resultado de uma modernização incentivada por investimentos no âmbito privado, bem como pelos esforços governamentais de regulamentar e proporcionar maiores pesquisas nesse âmbito.

Outro órgão relevantes na promoção de políticas públicas, estímulo às atividades de desenvolvimento e pesquisa, bem como a regulamentação do setor, é o Ministério de Minas e Energia (MME), encarregado de assuntos como: energia elétrica; petróleo; energias renováveis; geologia; gás natural; entre outros. Objetivos esses que se dão através do funcionamento de empresas públicas, como Empresa de Pesquisa Energética (EPE), autarquias, como a Aneel, e sociedades de economia mista, a exemplo da Eletrobras (Nascimento; Mendonça; Cunha, 2012).

Nesse âmbito de busca por fontes modernas de energia e de dinamismo que o ramo da energia eólica tem evoluído no país. Nesse sentido, pode-se destacar o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), instituído pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, e regulamentado pelo Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004. Seu objetivo é de aumentar no Sistema Interligado Nacional (SIN) a participação da energia elétrica limpa produzida por empreendimento de Produtores Independentes Autônomos (PIA) concebidos com base em fontes de energia eólica, hidrelétrica – por meio de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) – e termelétricas movidas a biomassa (Alves, 2009; ENBPar, 2024).

Cumprindo esse desiderato, o PROINFA contribuiu para a diversificação da matriz energética nacional por meio do aproveitamento de fontes energéticas locais, além de fomentar o desenvolvimento de empregos no Brasil, dada a exigência de nacionalização das tecnologias das fontes (ENBPar, 2024). Nesse sentido, a partir da implementação do Proinfa, foram adicionados ao SIN um total de 131 novos empreendimentos, totalizando uma capacidade instalada de 2.975,10 MW, divididos em: 52 usinas eólicas, com capacidade instalada de 1.282,52 MW; 60 pequenas centrais hidrelétricas, com capacidade instalada de 1.159,24 MW; e 19 termelétricas movidas a biomassa, com capacidade instalada de 533,34 MW.

Por decorrência do interesse governamental em fomentar o crescimento de pesquisas, tecnologias fornecidas para o setor, bem como o financiamento de empreendimentos interessados em gerar energia eólica no Brasil, o PROINFA foi prolongado até o final de 2011, com objetivo de proporcionar que as metas pré estabelecidas para o fim do ano de 2010 fossem alcançadas (Brasil, 2010; GWEC, 2010).

É possível verificar ainda, evidências da propensão do governo federal na utilização da energia eólica com o Plano Decenal de Expansão de Energia para 2019, o qual ressalta o potencial dessa fonte como energia alternativa a qual pode colaborar

para que a matriz energética brasileira, tão dependente dos recursos hídricos, se diversifique. Isso porque as hidrelétricas têm diferente funcionamento ao decorrer das estações, é dizer, não possuem regularidade. A maior incidência dos ventos coincide com baixa na produção de energia através das hidrelétricas, possibilitando uma complementaridade entre os sistemas produtores de energia (Brasil, 2010; GWEC, 2010).

Para concluir, observa-se que as ações do governo como a atuação do Ministério de Minas e Energia, bem como a criação de um Programa voltado exclusivamente ao incentivo de energias renováveis, e conseqüentemente as metas para implementação de fontes alternativas demonstram o empenho governamental em expandir e diversificar a matriz energética do país e gerar maior estabilidade no sistema de geração de energia.

2.3 Legislações brasileiras que proporcionaram a regulamentação da produção de energia elétrica e incentivo da utilização da energia dos ventos no país

Como marco inicial da regulamentação energética no Brasil pode-se citar a Lei nº 9.074 de 1995 a qual dispunha acerca de outorgas, permissões e cessões de serviços públicos, entre outras providências. Essa lei possibilitou o ingresso de tecnologias modernas nesse âmbito, bem como a exploração de fontes alternativas de energia. Essa legislação, em específico instituiu a figura do produtor independente de energia que segundo conceitua Alves (2009, p. 179) é uma "pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização do poder concedente, para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco."

Em complementaridade, o Decreto nº 2.003 de 1996, regulamenta a lei em epígrafe, fixando as normativas que dão forma à figura do produtor independente de energia, distinguindo-o do chamado Autoprodutor de Energia Elétrica, conceituado em Lei de acordo com Alves (2009), como a pessoa jurídica ou as sociedades empresárias unidas em consórcio, as quais obtêm autorização ou concessão do poder público para gerar energia elétrica com destino de uso próprio e exclusivo da empresa ou da Pessoa Jurídica (PJ).

Através desse decreto, é possibilitado o uso, assim como a comercialização da energia gerada, ao produtor independente de energia e também ao autoprodutor. Estes, por sua vez, lograram a garantia de livre acesso aos mecanismos de

distribuição, transmissão das concessionárias e permissionárias do serviço público de energia elétrica, através de restituição das despesas com o transporte envolvido nas operações supracitadas (Alves, 2009).

Em 1996, a lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996, criou a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), cujo objetivo se encontra expresso no artigo 2°, qual seja, a regulação e fiscalização da produção, distribuição, transmissão e comercialização da energia elétrica conforme diretrizes e políticas do governo. Em 1999 a resolução número 281 da ANEEL, precisamente no artigo 22, atribuiu redação nova a Lei n° 9.427/96, ampliando a isenção de encargos a outras fontes renováveis, como por exemplo de potencial para os empreendimentos a partir de fontes eólicas, termelétricas, entre outras, cujo potencial instalado esteja dentro dos parâmetros legais (Brasil, 1996).

Também nesse sentido a ANEEL estipulou, no ato autorizativo, a redução de 50% (cinquenta por cento), a ser empregado às tarifas de utilização dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição. A resolução estabeleceu igualmente, em caráter extraordinário, a isenção de 100% desses encargos para negócios que começassem a operar até o dia 31 de dezembro do ano de 2003 (Alves, 2009).

Nesse sentido, ao examinar as legislações relevantes no âmbito do setor energético no Brasil do final dos anos 90, pode-se perceber que o legislador buscou pavimentar a regulamentação do setor com vários incentivos e isenções propiciando que fosse injetado no país diversos investimentos, bem como a criação de novos empreendimentos e entrada de novas tecnologias. Dessa forma pode-se dizer que as Leis 9.074/95 e 9.427 em conjunto com o Decreto nº 2003/96 estabeleceram as bases para o desenvolvimento do mercado de energia no Brasil, igualmente dando pequenos passos rumo às fontes energéticas alternativas.

Já a configuração da Política Nacional Energética foi determinada pela Lei n° 9.478/97, cujo objetivo central era dispor acerca da política brasileira de energia. O artigo 1° da referida lei expõe os seguintes propósitos: priorizar o interesse nacional; preservar o meio ambiente; buscar soluções para que as diversas regiões do Brasil possam obter suprimento adequado de energia elétrica; garantir preço, qualidade e oferta de produto ao consumidor e usar fontes alternativas de energia através do proveito econômico dos recursos a disposição, além de promover a livre concorrência e atrair investimentos nesse âmbito, entre outros (Brasil, 1997).

Com base nos estímulos para a adoção das tecnologias de geração elétrica a partir de insumos renováveis, pode-se afirmar que esses incentivos estão em conformidade com os objetivos delineados para a política energética nacional. Tais estímulos são fundamentados nas vantagens econômicas, na proteção ambiental e na possibilidade de diversificação na matriz energética, possibilitando, por sua vez, a criação de condições necessárias para possibilitar a adoção de um modelo descentralizado de geração de energia.

A descentralização da matriz de produção energética propicia a fomenta a criação de novos postos de trabalho e geração de renda, o que, por consequência, contribui de forma significativa para o progresso regional. A procura por esses resultados não se exaure com os objetivos fixados na legislação da política energética nacional, mas sim, em resumo, a todas as engrenagens de intervenção social conduzidas e impulsionadas pelo Estado, inclusive de acordo com os princípios estampados na Constituição Federal.

Após esse período, com a Resolução 24, de 2001, da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), criou-se o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), estabelecido em Lei com objetivo de prever incentivos os quais asseguraram por quinze anos a compra, pela ELETROBRÁS, da energia produzida pelas Usinas Eólicas que entrassem em operação até dezembro de 2003. O intuito era igualmente proporcionar o proveito dessa fonte energética como uma opção para o crescimento econômico, bem como progresso social e ambiental (Alves, 2009).

Segundo Alves (2009), contudo, a criação do PROEÓLICA, naquele momento, não foi capaz de viabilizar por si só, o ingresso emergencial de projetos eólicos novos, favorecendo a entrada de diversas empresas estrangeiras, as quais atuavam na produção e promoção das fontes energéticas alternativas, produzindo desse modo a necessidade da elaboração de uma legislação, de natureza permanente, que viesse a propiciar uma estruturação real do mercado de energias renováveis no Brasil.

Originado da Lei nº 10.438 de 2002, o PROINFA, é um instrumento relevante para a alternância da matriz energética brasileira, proporcionando maior segurança e confiabilidade em seu abastecimento. Faz-se mister citar neste âmbito o artigo 3º da referida lei que expõe:

Fica instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, com o objetivo de 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, mediante os seguintes procedimentos [...] (Brasil, 2002)

O programa em epígrafe, regulado pelo MME, estabeleceu o contrato de 3.300 MW de energia no SIN (Sistema Internacional Interligado), gerados por fontes biomassa, eólica e de pequenas centrais hidrelétricas. O PROINFA passou por revisões através da Lei 10.762/03, assegurando a adoção de mais Estados, fomento da indústria nacional, bem como a isenção dos consumidores mais vulneráveis do pagamento do rateio da aquisição da energia. Sendo regulamentado pelo Decreto nº 5.025/04, com busca de diversificação da matriz energética com aproveitamento de fontes locais, bem como o fomento de empregos e nacionalização das tecnologias empregadas (Alves, 2009).

Para concluir, a criação do PROEÓLICA em 2001, mesmo que não tenha propiciado de imediato um impacto significativo de projetos eólicos, inaugurou um caminho para uma legislação mais completa e abrangente acerca do tema. Já o surgimento do PROINFA em 2002, assim como suas posteriores revisões e regulamentações, foram um marco crucial na diversificação da matriz energética brasileira, promovendo a participação de empreendimentos de fontes renováveis no Sistema Elétrico Interligado Nacional e proporcionando benefícios tanto para o setor energético como um todo, quanto para a sociedade com a geração de mais empregos e também apresentando maiores benefícios para os consumidores.

3 O PRINCÍPIO DA SUSTENTABILIDADE NO ORDENAMENTO JURÍDICO E A SUA IMPLICAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Como foi apontado anteriormente, o alerta para insustentabilidade do mecanismo econômico pautado na forte industrialização aconteceu na década de 1970. Desde esse momento a comunidade internacional vem demonstrando a necessidade de debater acerca das mudanças climáticas e da temática do meio ambiente, visto o nível altíssimo da emissão de dióxido de carbono (CO²), resultante de um modelo econômico baseado em matriz energética não sustentável, com a exploração de combustíveis fósseis (Souza; Krell, 2018).

É sabido que a preservação e recuperação ambiental é essencial para o desenvolvimento social, visto que uma matriz baseada somente em fontes não renováveis é totalmente inviável para a sobrevivência humana no planeta. Os efeitos da discussão sobre a sustentabilidade dos meios energéticos transcendem a questão da oferta de energia, contemplando a dinâmica ambiental e econômica. O Direito tem de estar preparado para as instabilidades do sistema econômico, e é por essa razão que o conceito de desenvolvimento sustentável precisa estar bem definido, determinando-se os seus limites e alcance de seus efeitos no ordenamento.

Segundo a disciplina de Varella (2004), o desenvolvimento sustentável é originado da mistura de dois princípios jurídicos: o da preservação do meio ambiente e do direito ao desenvolvimento. Já de acordo com a Constituição Federal de 1988, pode-se entender o conceito do direito fundamental ao desenvolvimento sustentável como uma prerrogativa, ao passo que também é um dever, isto é, incumbe tanto o Poder Público quanto a coletividade defender e preservar o meio ambiente, é o que está estampado no artigo 225 da Carta Magna:

Art. 225 Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

Por outro lado, a concepção de sustentabilidade é estruturada em três noções, a de tempo, a da duração dos efeitos assim como a relação presente-futuro do estado ambiental, sendo que harmonizar esses elementos é dificultoso tanto na teoria como na prática. Na maioria das vezes a perspectiva econômica foi privilegiada em desfavor do meio ambiente, desse modo, o maior problema do entendimento de desenvolvimento sustentável é de harmonizar os interesses econômicos com a preservação ambiental (Cunha Jr., 2013).

De acordo com o princípio da sustentabilidade é necessário garantir circunstâncias para lograr maior dignidade para os indivíduos que se encontram em situações inadequadas, sem esgotar os recursos naturais nesse processo. Pode-se dizer que a sustentabilidade do desenvolvimento não se esgota na harmonização das temáticas econômicas e ambientais, mas também dos demais aspectos que integram o meio ambiente, abrangendo os da seara natural, artificial, incluindo os culturais (Custódio; Vieira, 2015).

Nesse sentido o artigo 170 da Carta Magna, contemplou na lista dos princípios orientadores da ordem econômica, a salvaguarda do meio ambiente, demonstrando o cuidado do legislador na formação econômica do país, a fim de adotar um sistema econômico sustentável. Como consequência, a preservação ambiental como princípio constitucional econômico e a garantia de um meio ambiente equilibrado, assim como o direito a um desenvolvimento sustentável estão intimamente interligados, pois, o equilíbrio desses direitos possibilita o uso adequado dos recursos naturais, resultando em maior preservação ambiental assim como o desenvolvimento econômico e social sustentável da nação (Custódio; Vieira, 2015).

Vale destacar que possuir direito a um meio ambiente equilibrado, não representa uma estabilidade total, onde coisa alguma é alterada, mas sim, se aduz no desafio técnico, político e social de analisar se os câmbios são positivos ou negativos. É dever do Direito Ambiental identificar as circunstâncias de maior ou menor estabilidade referente às condições naturais, com objetivo de apresentar o regramento mais adequado para prevenção ou reparo do desequilíbrio. Desse modo, uma vez descumpridos os deveres fundamentais na esfera do meio ambiente, é inviabilizado o direito também fundamental a um desenvolvimento sustentável.

Conforme leciona Machado (2013), embora a Constituição não faça menção explícita ao conceito de desenvolvimento sustentável, ao estabelecer o direito ao meio ambiente e o dever de protegê-lo para as atuais e futuras gerações, assim como promover um modelo econômico baseado na preservação ambiental, está implícita a garantia fundamental ao desenvolvimento sustentável. Nesse mesmo sentido, Costa Neto (2003) também salienta que esse direito representa um princípio fundamental na ordem constitucional brasileira, exigindo que as leis ordinárias de todos os níveis de governo sejam interpretadas em conformidade com seus valores primordiais.

Esses direitos, ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável, segundo Ayala (2011) implicam em uma repressão ao retrocesso, ou seja, o poder estatal é

impedido de adotar condutas, as quais diminuam o nível de proteção já alcançado, de forma autônoma, na espécie de instrumento jurídico usado para regular. Ademais, atribuiu ao indivíduo a garantia de um ambiente minimamente equilibrado, o qual pode ser reivindicado através da via judicial. As barreiras dessa prerrogativa precisam ser determinadas de acordo com o caso, por intermédio do uso de um sistema de análise entre teses jurídicas, bens e interesses implicados, (Sarlet; Fensterseifer, 2014).

O ânimo coercitivo das normas constitucionais que possibilitem a utilização extensiva das fontes renováveis, no país, depende da eficiência dos mecanismos usados na criação e implementação das políticas públicas. Ademais, outros elementos importantes dizem respeito às competências legislativas atribuídas pela Constituição Federal, assim como as administrativas que podem ser encontradas nos artigos 22, 23 e 24 da CF. Faz-se mister destacar também os instrumentos de tributação relativos às fontes energéticas e os mecanismos de coordenação encontrados na Ordem Econômica Constitucional (Lanzillo; Xavier, 2009).

É importante ressaltar que o desenvolvimento sustentável não é tão somente um princípio, mas sim uma garantia fundamental, porém, não é aceito por vezes, para intento de representação opinio juris de maneira geral. Ainda não há o entendimento de que se trata de uma obrigação vinculante, mas apenas uma orientação política. E exatamente por se tratar de bem essencial, o Estado se responsabilizou pela sua distribuição, controle e geração. Dessa forma, o fornecimento de energia é classificado como serviço público, subordinado ao regime do Direito Administrativo, apresentando-se como política pública (Souza; Krell, 2018).

A inquietação acerca das temáticas: segurança energética e alterações no clima impulsionam cada vez mais as pesquisas em favor das fontes renováveis, assim como sua regulação. Quanto à questão da segurança, a produção de energia através de uma geração energética renovável diminui a dependência dos combustíveis fósseis, que tem seu preço controlado pelo mercado internacional. Já a respeito das mudanças climáticas, como é sabido, também são minimizados pela diminuição da emissão de gases poluentes e desmatamento, o que são características das fontes alternativas de energia, as quais prezam por minimizar e/ou eliminar os danos causados ao meio ambiente (Franco, 2016).

O que pode-se concluir é que apesar de a Carta Magna não mencionar de maneira explícita o termo desenvolvimento sustentável, o seu cerne está associado intrinsecamente à preservação do meio ambiente e a oportunização de um modelo

economicamente sustentável. Entretanto, a aplicabilidade deste princípio, na prática, enfrenta diversos desafios, desde a efetividade na criação e aplicação das políticas públicas, até um entendimento ampliado e coeso da norma em conformidade com tais princípios. Outrossim, evidencia-se o âmbito da segurança energética e das modificações climáticas, destaca-se a urgência da realização de investimentos em fontes energéticas alternativas como garantia fundamental para a geração presente e futura.

Consoante está explícito no artigo 175 da Constituição Federal, o Poder Público é responsável diretamente ou sob regime de permissão ou concessão, de prestar o serviço público, nesse caso, por exemplo, o de produção e distribuição energética, sempre através de licitação. Assim como o artigo 22, inciso IV do mesmo diploma especifica que cabe exclusivamente à União legislar acerca do tema: energia. Como foi abordado no primeiro item deste trabalho, existem no ordenamento jurídico brasileiro várias normas que buscam impulsionar as fontes alternativas de energia, a fim de proporcionar uma matriz energética mais diversificada (Brasil, 1988).

Entretanto, é preciso ressaltar que a conversão total de combustíveis fósseis para fontes renováveis nunca foi até então, uma opção para a administração do país, que historicamente acreditou no uso do petróleo como estratégia, o qual possui toda uma cadeia de produção inerente a ele. Desse modo, ainda que existam políticas públicas estimulando as renováveis, não existe uma pretensão de que estas substituam os combustíveis fósseis, pelo contrário, o Executivo e o Legislativo, consideram as energias renováveis complementares, não como futura base da matriz energética do país.

As políticas públicas as quais promovem a expansão dos combustíveis fósseis e das hidrelétricas são consideradas mais importantes do que aquelas que visam a adoção de uma matriz energética mais limpa. Essa situação evidencia a discrepância entre a política energética nacional, as exigências da legislação vigente e os compromissos assumidos internacionalmente pelo Brasil, a exemplo do Acordo de Paris de 2015, onde o Brasil se comprometeu a diminuir as emissões de gases de efeito estufa em até 37% até 2025 e até 2030 em 43%, o que implica em limitar as emissões a 1.300 e 1.200 milhões de toneladas de CO₂ por ano (Brasil, 2019).

Do ponto de vista jurídico, essa disparidade entre as disposições legais e a efetiva implementação das políticas públicas implica não apenas uma violação do direito ao desenvolvimento sustentável, mas também, na garantia de um meio

ambiente ecologicamente equilibrado, da proibição de retrocesso socioambiental, assim como da dignidade da pessoa humana. Nos anos de 2015 e 2016, o aumento das emissões foi de 12,3%, enquanto o Produto Interno Bruto (PIB) registrou uma queda de 7,4 pontos percentuais, colocando o Brasil como a única economia emergente do mundo a expandir a poluição ambiental sem aumento do capital (SEEG, 2017).

O que se pode concluir é que quando alcançado um certo nível de desenvolvimento, acompanhado de menor degradação do meio ambiente, é gerado um patamar, o qual não pode retroceder, sob hipótese alguma, com alto risco de violar as garantias fundamentais individuais e coletivas, presentes na Carta Magna. Ou seja, alcançado dado nível de sustentabilidade, este não pode decrescer, uma vez que os danos ambientais gerados são incalculáveis e irremediáveis para as futuras gerações.

Ocorre que a regulamentação das fontes renováveis de energia através do ordenamento jurídico brasileiro é bastante dispersa e nada homogênea, o que acaba por dificultar que se alcance efeitos satisfatórios na sua implementação. Segundo o entendimento de Lanzillo e Xavier (2009), deveria existir uma unificação geral das diretrizes acerca do mercado energético, com objetivo de ampliar o nível de integração e de alternância entre as diversas fontes energéticas, através da elaboração de normativas, com fim de lograr uma maior competitividade.

Pode-se dizer que o Brasil enfrenta o desafio de elaborar uma estratégia para desenvolvimento sustentável da sua matriz energética, exigindo um câmbio de paradigma que englobe os três Poderes republicanos. É de suma importância destacar, cada vez mais, a estreita relação entre a política energética nacional e os direitos fundamentais dos cidadãos a um meio ambiente equilibrado e ao desenvolvimento sustentável da sociedade. A expansão do uso de energias renováveis na política energética brasileira é uma meta que procura cumprir as diretrizes estabelecidas na Constituição Federal.

3.1 Vantagens da utilização da energia eólica na busca de uma produção de energia mais sustentável

Conforme leciona Freire (2014), o avanço das fontes de energia alternativas, além de inevitável, é extremamente necessário, haja vista do conjunto numeroso de benefícios percebidos por estas fontes, onde o mais relevante, sem dúvidas é o

desenvolvimento sustentável, através do qual se busca o equilíbrio entre o progresso no âmbito econômico e a preservação ambiental tanto para a geração presente quanto para a futura. É considerada uma jornada a ser percorrida por toda sociedade, incluindo: os cidadãos, vários setores econômicos, instituições públicas e privadas, assim como os governantes locais e regionais.

Nesse sentido, no tocante às vantagens da implementação da energia eólica para a matriz energética brasileira, principalmente quanto à segurança, são muito importantes, haja vista a complementaridade que esta possui com a fonte hidrelétrica de produção de energia, assim como para proporcionar cada vez mais uma matriz energética limpa e renovável no país. O fato de que durante a sua produção não ser lançado nenhum poluente para a atmosfera, bem como a natureza renovável da energia eólica, faz com que esta seja uma das fontes energéticas com maior destaque a fim de minimizar os danos ambientais (Rampinelli e Rosa Júnior, 2012; Amponsah *et al.*, 2014).

Desse modo, o progresso da utilização das energias alternativas, à exemplo a eólica, é essencial para proporcionar um desenvolvimento mais sustentável, assim como diminuir os danos ambientais ocasionados, não só, mas principalmente pela queima de combustíveis. Pode-se verificar que a complementaridade da energia eólica com a tradicional energia hidrelétrica, é crucial para a diversificação da matriz energética do país, assim como na mitigação da emissão de gases do efeito estufa. Além de proporcionar maior seguridade energética, fortalece a economia e impulsiona as inovações tecnológicas.

Comparada com as centrais hidrelétricas, as usinas eólicas possuem a vantagem de que a área ocupada pelos aerogeradores ainda pode ser utilizada para o plantio ou desenvolvimento da pecuária, ou ainda para preservação. Os mecanismos de geração eólica associados à rede elétrica proporcionam os benefícios intrínsecos aos sistemas de produção distribuída, quais sejam, diminuição das perdas, assim como evita custos de expansão da rede. Além do mais, é essencial no processo de diversificação da geração de eletricidade no Brasil, diminuindo a dependência energética do país (Reis, 2017; Santos, 2006).

De acordo com Ferreira Júnior e Rodrigues (2015), o Brasil é um país com um dos maiores números de empregos verdes, alavancados pela indústria de biocombustíveis. Já no que diz respeito a energia eólica, além dos empregos diretos nas localidades onde são instalados os parques eólicos, existem mais vantagens

percebidas pelos moradores locais, como por exemplo, a construção e manutenção das estradas. Assim como o benefício dos proprietários locais, cujas terras são utilizadas para a instalação dos aerogeradores, proporcionando renda e desenvolvimento local.

Para concluir, a energia eólica destaca-se pela possibilidade de uso do espaço entre aerogeradores para desenvolvimento de atividades como pecuária e agricultura, ademais colabora com para diversificar a matriz energética do Brasil, reduzindo, por consequência, a dependência de energias não renováveis. Aliás, o investimento empregado nos parques eólicos, além de proporcionarem a geração de empregos e crescimento econômico em zonas muitas vezes esquecidas, proporciona produção de energia limpa. Esses elementos reforçam a relevância estratégica e sua integração essencial para um futuro mais sustentável no âmbito energético.

3.2 Impactos socioambientais a serem observados e mitigados para garantir a efetividade da sustentabilidade na produção eólica de energia

Durante a primeira década dos anos 2000, no Brasil, o empreendimento eólico, uma das indústrias mais maduras dentre as fontes alternativas, apresentou um crescimento bastante intenso. Os investidores, bem como os governos nacionais vêm optando pela energia eólica como fonte alternativa principal, com objetivo de diversificar os processos de produção de energia, assim como reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO²), proporcionar um maior desenvolvimento de indústrias novas e gerar mais oportunidades de emprego (Azevedo *et al.*, 2017).

Apesar da produção elétrica através da energia eólica seja caracterizada como uma fonte desprovida da emissão de gases do efeito estufa ou geração de resíduos poluentes, isto é, limpa, o empreendimento eólico, assim como as demais operações industriais é capaz de produzir impactos sociais e ambientais que não podem ser negligenciados, ou seja, necessitam ser considerados e atenuados. Desse modo, para a exploração eficiente da fonte eólica, é indispensável uma organização e gerenciamento apropriado deste empreendimento, assim como uma estratégia sustentável (Amponsah *et al.*, 2014).

Nesse sentido, Salino (2011) entende que os impactos ambientais e sociais provocados pela energia eólica podem ser identificados na direção de que, desde a construção até ser colocado em funcionamento, um parque eólico apresenta diversos procedimentos e atividades em locais nos quais estão presentes comunidades

humanas, assim como elementos integrantes da flora e fauna. Dessa forma, alguns transtornos podem ser considerados, tais como, desmatamento, impactos visuais, interferências eletromagnéticas e ruídos. Estes devem ser analisados com intuito de mitigar e minimizar ao máximo os danos e transtornos socioambientais causados.

Em síntese, o avanço do empreendimento eólico brasileiro é resultado do reconhecimento da aptidão que este possui de ser uma alternativa viável para a diversificação da matriz energética do país, colaborando com a mitigação da emissão de dióxido de carbono (CO²). Entretanto, é necessário identificar e reduzir os impactos socioambientais associados à esta fonte de energia, desde o desmatamento aos eventuais prejuízos causados às comunidades locais. Desse modo, é imprescindível ter uma responsabilidade sustentável, a fim de garantir que a energia dos ventos seja realmente benéfica ao meio ambiente e para o homem.

Seguindo nessa linha de raciocínio, o desmatamento pode ser apontado como a primeira etapa para possibilitar que sejam transportados e instalados os aerogeradores, essa etapa de construção é a fase mais crítica dos impactos causados através de uma planta para produção eólica, como por exemplo a abertura de estradas para conduzir as estruturas necessárias para a montagem dos aerogeradores, assim como o espaço necessário para assentar essas estruturas. Esse processo pode ocasionar desintegração e interferência nas engrenagens naturais da flora e da fauna local, podendo ocasionar o desaparecimento de espécies específicas dos entornos da usina eólica (Barbosa Filho, 2013).

O primeiro dos impactos que serão examinados a seguir, é a poluição visual, isto é, a alteração da paisagem existente antes da instalação dos aerogeradores. Vale destacar, primeiramente, que a partir do século XX, a geografia passa a compreender a paisagem como uma extensão vista e sentida, mais e mais subjetivamente concebida pela mente humana. Desse modo, o debate acerca do impacto visual causado pelas ações do homem é muito controverso. O fator subjetivo implica na elaboração do conceito daquilo que possa ser considerado como hostil aos olhos (Silva, 2003).

Nesse sentido, o efeito causado por uma usina eólica é bastante subjetivo. Algumas pessoas encaram os aerogeradores como símbolo do progresso da geração de energia limpa e renovável, imprescindível para a realidade que se enfrenta nos dias atuais. Já outras pessoas não entendem da mesma forma, assimilando como prejudiciais a paisagem a instalação dos parques. Desse modo, a concepção de

paisagem e dano visual são aspectos importantes para a questão de localização das usinas eólicas, em razão de seu aspecto subjetivo variável. Alguns estudos apontam que o impacto ao olhar pode influenciar a conduta pública em relação aos parques por motivo da visão estética conferida ao aerogerador (Wolsink, 2000; Rodman; Meentenmeyer, 2006).

Outrossim, os aerogeradores mais modernos são compostos de estruturas de grande dimensão, podendo atingir entre 150 e 200 metros de altura de sua base até a extremidade da pá, e são instalados, geralmente, em localidades onde o relevo é pouco complexo, assim como com mínimos obstáculos e com enorme visibilidade. As usinas eólicas são igualmente fixadas em regiões com elevação natural, cujas condições ambientais são relacionadas tipicamente com ventos em velocidades elevadas, as quais proporcionam uma visibilidade de amplas distâncias (Pinto; Martins; Pereira, 2017).

Faz-se mister ressaltar, também, que os aerogeradores precisam estar intercalados pelo menos de 3 a 5 vezes o diâmetro do rotor, o que resulta que parques eólicos de porte considerável ocupam extensas áreas. Assim como a altura dos aerogeradores e o movimento circulatório de suas pás logram atrair o interesse dos indivíduos, de maneira que os parques podem se tornar marcas predominantes na paisagem (Burton *et al.*, 2001). Entretanto é importante contrapor o impacto visual, assim como os outros que serão expostos a seguir, com a diminuição de gases de efeito estufa e outros resíduos poluentes. Desse modo, os parques são, geralmente, aceitos pela população como integrante da vista local (Pinto; Martins; Pereira, 2017).

O que pode-se entender é que o impacto visual causado pelos parques eólicos é subjetivo e complexo, repercutindo percepções diversas de paisagem. Ao passo que alguns enxergam nos aerogeradores símbolos de progresso na direção a um futuro mais sustentável através da geração de energia limpa e renovável, outros consideram-nos elementos intrusivos e nocivos à paisagem. Entretanto é necessário colocar na balança o aspecto do impacto visual gerado e a importante redução dos GEE, ausência da queima de combustíveis fósseis, com fim de buscar um equilíbrio minimamente sustentável na aplicação destes projetos.

Por outro lado, o impacto do ruído produzido pelo mecanismo eólico foi um dos mais relevantes assuntos debatidos, os quais frearam a disseminação do empreendimento eólico durante os anos 80 e início dos anos 90. O avanço tecnológico do início dos anos 2000, assim como as novas premissas do mercado,

proporcionaram um desenvolvimento relevante na diminuição do grau do barulho gerado pelos aerogeradores. Em oposição ao impacto visual e mudanças de paisagem, o ruído pode ser mensurado e facilmente calculado (Pinto; Martins; Pereira, 2017).

O som produzido pelo aerogerador pode ser classificado como: ruído aerodinâmico, oriundo das pás, e o mecânico, originado do gerador e caixas de engrenagens. Vale ressaltar que as turbinas eólicas mais modernas lograram eliminar quase todo ruído, por meio de isolamento acústico da estrutura onde se encontra o gerador, dentro de um aerogerador, bem no topo da torre deste (nacele). Dessa forma, o ruído aerodinâmico é o mais predominante, ou seja, o maior problema. Esse tipo de ruído, é gerado através do giro das pás em contato com o ar, e assim como o ruído mecânico, tem se otimizado os aerogeradores mais modernos, procurado diminuir a velocidade de rotação e controlando a potência produzida (Montezano, 2012).

Assim como o ruído produzido, não se pode ignorar a existência de interferências eletromagnéticas resultantes da operação dos parques eólicos, gerando, desse modo, transtornos no âmbito da transmissão (rádio ou televisão), assim como nas demais formas de comunicação em geral. Essas perturbações modificam-se de acordo com as características e o material utilizado na fabricação do aerogerador. O sinal dos mecanismos de comunicação podem ser afetados pelos aerogeradores, principalmente nos parques eólicos localizados no alto de morros e localidades que proporcionam elevada geração energética, assim como difusão de sinais para os sistemas de comunicação (Ricosti, 2011; Burton *et al.*, 2001).

Entretanto, é preciso esclarecer que a área de interferência, pode ser prevista, de modo que providências técnicas para diminuir esses transtornos são capazes de mitigá-los, no decurso do planejamento e do projeto de instalação de um empreendimento eólico, identificando o alcance do radiodifusor, para que os aerogeradores sejam fixados o mais distante possível destes. Além disso, as pás modernas, fabricadas em material, como a fibra de vidro, por exemplo, produzem um impacto ínfimo, quando se fala em propagação de radiação eletromagnética. Por último, é sabido que através de boa manutenção e isolamento adequado da nacele a eventual interferência eletromagnética pode ser eliminada, porém em áreas residenciais isto se mostra mais complexo (Pinto; Martins; Pereira, 2017).

O que pode-se concluir é que embora existam avanços tecnológicos no sentido de mitigar essas problemáticas, ainda encontram-se demandas a serem debatidas,

principalmente em zonas residenciais. A avaliação meticulosa dessas questões enquanto durar o planejamento e instalação dos empreendimentos eólicos é de extrema relevância para garantir o consentimento do público e a sustentabilidade dos parques eólicos. Desse modo, é importante assumir medidas como isolamento acústico, e localização apropriada dos aerogeradores, a fim de mitigar o impacto causado por estas atividades para a comunidade e para o meio ambiente.

Por último, alguns artigos científicos apontam os aerogeradores como causadores do aumento da mortalidade de diferentes espécies de aves. Este assunto, no momento atual, é muito controverso, assim como, diversos estudos apresentam conclusões heterogêneas. Segundo Pinto, Martins e Pereira (2017), essas ocorrências estão relacionadas com os primeiros empreendimentos eólicos, onde não era necessário realizar uma análise acerca dos caminhos de migração dos pássaros antes de sua instalação. Nesse sentido, precauções para amenizar esse impacto dependem da localização onde são instalados os aerogeradores, assim como das espécies presentes na região.

À vista disso, algumas medidas de prevenção devem ser habituais para todos os parques eólicos, independentemente da região onde se encontrem, desse modo, as áreas de conservação ambientais devem ser evitadas, a visibilidade do rotor e das pás deve ser sempre priorizada, deve ser providenciado um apropriado treinamento ambiental aos trabalhadores, assim como uma plataforma ambiental de monitoração para analisar os possíveis danos aos pássaros, para proporcionar que seja interrompido o funcionamento dos aerogeradores em temporada migratória, assim como o alojamento subterrâneo dos fios de transmissão (Pinto; Martins; Pereira, 2017).

Desse modo, as deliberações acerca do local em que será instalado um parque eólico devem considerar, igualmente, a utilização da terra na zona atingida. A instalação de empreendimentos eólicos em zonas de preservação ou onde se localizam comunidades indígenas devem ser poupadas, de modo a excluir impactos semelhantes aos encontrados nos empreendimentos hidrelétricos. A elaboração dos projetos precisa estar alinhado com os panoramas e políticas de ampliação eólica no Brasil, assim como o estabelecimento de uma zona economicamente ecológica para essa fonte energética (Fearnside, 2013; Barbosa Filho; Azevedo; Andrade, 2014).

O processo essencial para a aprovação do projeto de parques eólicos em cada região necessita considerar desde o período inicial onde é projetado esse

empreendimento. Os governantes locais precisam deliberar se o projeto não é prejudicial, com a utilização do solo nas zonas próximas aos aerogeradores. O estudo tem de considerar se o empreendimento eólico tem capacidade de alterar as características dos arredores, afetando as atividades realizadas pelas comunidades locais, quanto ao âmbito socioeconômico e cultural, assim como, se os aerogeradores se incorporaram adequadamente à paisagem da região (Pinto *et al.*, 2014b).

O que se pode concluir, é que o empreendimento eólico, apesar de não produzir nenhum resíduo poluente ao meio ambiente, e ser um importante elemento para mitigar as emissões de CO₂, na atualidade, não é uma fonte de energia com impacto socioambiental zero, como foi exposto anteriormente. As problemáticas devem ser previstas e estudadas para que cada vez mais os parques voltados para a energia eólica sejam mais seguros, ecologicamente falando, assim como mais sustentáveis. Com objetivo de propiciar um meio ambiente ecologicamente equilibrado e preservado para as gerações presentes e futuras.

4 A PRESENÇA DA ENERGIA LIMPA NO BRASIL COM ENFOQUE EM ENERGIA EÓLICA

No Brasil as fontes renováveis representavam, até dezembro de 2023, 89,2% da Oferta Interna de Energia Elétrica, ou seja, da matriz elétrica do país, chegando a um acumulado no valor de 725,1 TWh. Desse modo, propiciando ao país uma produção energética limpa. Esse fato se deve a um regime hidrológico próspero, assim como aos investimentos realizados em energia eólica e solar. Em relação ao acumulado do ano anterior, pode-se observar um crescimento geracional de 17% referente a eólica. Ademais, infere-se que a implementação da produção energética renovável realizada no biênio 22/23, proporcionaram uma redução na participação de gás natural e termelétricas na matriz elétrica brasileira (Boletim Mensal de Energia, 2024).

De acordo com informações da SIGA (Banco de Informações da Geração) e da ANEEL, no Brasil, a geração de energia elétrica a partir da fonte eólica alcançou a marca de 81,6 TWh no ano de 2022, o que implicou em um crescimento de 13%, em relação ao ano de 2021. Nesse mesmo sentido, houve um aumento da potência instalada de produção de energia eólica nacional, com expansão de 14,3%, assim como o parque eólico brasileiro alcançou 23.774 MW até dezembro de 2022 (Balanço Energético Nacional, 2023).

Já em relação a capacidade de produção elétrica instalada no Brasil em 2024, apresentou-se o crescimento de 4.284 megawatts no acumulado, sendo que 93,79% são referentes a energias renováveis e 44% com participação da energia eólica. No tocante a potência interligada ao SIN (Sistema Interligado Nacional) é de 202.233 MW, com porcentagem de 84,49% referente a fontes alternativas de energia. Pode-se destacar o crescimento significativo da fonte eólica, só nos primeiros meses de 2024 entraram em operação 62 usinas, o que representa 1885 MW de potência (Boletim Mensal de Energia, 2024).

Em síntese, o Brasil tem se destacado na ampliação e diversificação de suas fontes de energia renovável, refletindo um compromisso evolutivo com a sustentabilidade. O avanço expressivo da energia eólica, alinhado ao aumento da capacidade instalada, reafirma o potencial do país em consolidar uma matriz elétrica cada vez mais limpa e eficiente. Com os investimentos públicos e privados, além de políticas direcionadas, a perspectiva é de que essa propensão continue a propiciar a posição do país como um destaque em energia renovável.

4.1 Um breve panorama histórico do avanço da energia eólica no Rio Grande do Sul

Segundo o Atlas Eólico (2014), o setor energético no Rio Grande do Sul, só ganhou um impulsionamento em 1999, quando da gestão da ex presidenta Dilma Rousseff, então secretária de Energia, Minas e Comunicações. Foi estabelecida uma política de governo com objetivo de estimular o avanço da fonte eólica, denominado Programa Ventos do Sul. Assim, foi efetuado o Primeiro Seminário Internacional de Energia Eólica no Sul, no mesmo ano, assim como, foi realizada uma ação a fim de proporcionar a medição dos ventos através de empresas interessadas no ramo. Por último, tem-se a criação do primeiro atlas eólico do RS, em 2002, culminando na elaboração de projetos de parques eólicos, baseados nas medições realizadas anteriormente.

Já no ano de 2006, no âmbito do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA), foi instalado o primeiro parque eólico do Estado, na cidade de Osório, com geração de 150 MW, e também considerado o maior da América Latina, durante vários anos. Após, no ano de 2009, através do sistema de leilões adotados pela política energética nacional, o Rio Grande do Sul se destacou novamente, vencendo o Leilão de Energia de Reserva, com o Complexo Eólico Cerro Chato, com previsão de que seriam gerados 90 MW, no município de Santana do Livramento, oeste do Estado, sendo um dos objetos de pesquisa do presente estudo de caso (Rio Grande do Sul, 2014).

Para concluir, o desenvolvimento da energia eólica no Rio Grande do Sul alude como políticas do governo eficazes e medidas estratégicas são capazes de modificar o setor energético. Desde a implementação do Programa Ventos do Sul, até a elaboração do atlas eólico e a construção do primeiro parque eólico em Osório, o Estado tem continuamente liderado esforços para ampliar sua capacidade de geração de energia renovável. Esses progressos não só posicionam o Rio Grande do Sul como destaque no setor eólico brasileiro, mas também demonstram o potencial de desenvolvimento sustentável e renovação da matriz energética do estado.

4.2 Noções de funcionamento básico de um aerogerador e de seus componentes

Em relação às estruturas que compõem um aerogerador, tem-se as pás, que são componentes aerófilos responsáveis por transformar a energia proveniente dos ventos, cinética, em energia mecânica, rotacionando no eixo. Já o rotor, é formado pelas pás, assim como pelo cubo que interliga as mesmas, a ele incumbe rodar o eixo do gerador, este último, por sua vez, é um item que interliga o rotor ao gerador, este último converte a energia mecânica em elétrica enquanto que a nacela é uma peça que hospeda o gerador e outras estruturas, como por exemplo o sistema de controle e a caixa de engrenagens (Pinhas *et al.*, 2023).

A torre de um aerogerador é um componente que pode ter diferentes tamanhos, a depender do comprimento do aerogerador e das condições locais, é responsável por amparar os dispositivos já citados, quais sejam, o eixo, o rotor e a nacela. Também existe um componente mecânico chamado caixa de engrenagens, ele proporciona que a velocidade rotacional do rotor aumente, proporcionando ao gerador produzir de forma mais eficiente, energia elétrica. Há também uma estrutura responsável por amplificar a tensão elétrica proporcionada pelo gerador, transformando-a em apropriada para transmissão na rede de distribuição, chamado transformador (Pinhas *et al.*, 2023).

Outros importantes mecanismos importantes para o funcionamento adequado para o aerogerador e que possibilitam que a energia produzida através deste seja distribuída na rede são o sistema de transmissão e o sistema de monitoramento. O primeiro é incumbido de deslocar a eletricidade produzida por meio do gerador para a rede de eletricidade. Já ao segundo, cabe coletar dados acerca da operação do aerogerador, como por exemplo, geração de energia, velocidade dos ventos e temperatura, possibilitando que os responsáveis operem e monitorem os equipamentos de maneira remota (Pinhas *et al.*, 2023).

Em síntese, os aerogeradores, mais precisamente, as suas hélices, movimentam-se com a força do vento, e parte da energia cinética proveniente desses ventos é levada às pás do rotor, tornando-se a energia que faz com que estas rotacionam. Em consequência, o eixo, o qual está integrado às pás, rotaciona, e o transformador é incumbido de propagar externamente a energia produzida. No atual estágio de tecnologia em que se encontram os aerogeradores, assim como as

espécies de aplicação, os mesmos podem ser adaptados para as mais variadas circunstâncias de instalação e exigências (Morelli, 2012).

Para concluir, os aerogeradores são constituídos por diversas peças, as quais atuam de forma sincronizada para converter energia cinética do vento em eletricidade. As pás, o gerador, o rotor, e a nacelle realizam papéis fundamentais nesse processo, enquanto a torre e a caixa de engrenagens garantem a eficiência e a estabilidade da operação. Ademais, os sistemas de transmissão e monitoramento garantem a integração da energia gerada na rede elétrica e permitem uma gestão remota e dinâmica, possibilitando que os aerogeradores sejam ajustados a diversos requisitos de instalação, atendendo a diferentes demandas existentes.

4.3 Uma síntese acerca da cidade de Santana do Livramento e da empresa responsável pelos empreendimentos eólicos no município

Antes de analisar acerca do empreendimento eólico em si, deve-se realizar uma breve explanação sobre o município onde estão assentados os complexos eólicos, Santana do Livramento - RS, tema do presente trabalho. Assim como uma sucinta apresentação da empresa responsável pelos empreendimentos. Ao final, será apresentado as respostas dos questionários anonimizados e envolvendo informações de domínio público, realizados com funcionários das subestações dos complexos eólicos: Cerro Chato e Coxilha Negra.

Nesse sentido, Santana do Livramento é um município situado no Rio Grande do Sul, com área territorial total de 6.946,407 km², mais precisamente na fronteira oeste do Estado, fazendo divisa com o Uruguai. A cidade é popularmente conhecida como “Fronteira da Paz”, em razão do acordo de paz firmado entre os dois países em 1828, encerrando o conflito entre eles. De acordo com o último censo realizado, possui uma população de aproximadamente 84.421 habitantes. É apontado como um município de porte médio, sendo a segunda maior extensão territorial do Estado, ficando atrás apenas do município de Alegrete (IBGE, 2022; Ahmad, 2023).

A economia local baseia-se na pecuária, comércio, e agricultura. Vale ressaltar que o clima frio da região, a qual localiza-se no Paralelo 31, atraiu ultimamente diversos produtores de azeitonas, azeite de oliva, assim como de uvas, vinhos e espumantes. As vinícolas, assim como os Free Shops da cidade vizinha Rivera, com quem faz fronteira, separadas por uma linha imaginária que corta a zona urbana,

assim como a rural, atraem número expressivos de turistas colaborando com o desenvolvimento da economia de hotéis e comércio em geral (Ahmad, 2023).

Em resumo, o município de Santana do Livramento, com sua rica história e economia diversificada, oferece um cenário propício para a exploração da energia dos ventos. Ademais a cidade, situada na fronteira com o Uruguai, possui uma vasta extensão territorial e um clima favorável para pecuária, agricultura e turismo. A combinação desses fatores, juntamente com os investimentos em energia renovável, não só impulsiona a economia local, mas também contribui para a sustentabilidade energética da região.

Em relação a pecuária, é importante destacar que o município possui um dos maiores rebanhos ovinos do Brasil, e através da Lei nº 14570/23 alcançou o título de Capital Nacional da Ovelha. De acordo com o IBGE (2022), o município possuía um rebanho ovino de cerca de 336.185 cabeças, e bovino de cerca de 531.504, sendo, como já foi mencionado, pilares importantes da economia do município. Outra atividade bastante praticada na região é a apicultura, com cerca de 367.600 kg de mel produzidos só no ano de 2022.

Já em relação a agricultura, o município possui a produção de nozes (cerca de 85 toneladas), azeitona (54 toneladas), soja e frutas, sendo produzidas 590 toneladas entre cítricos (laranja e tangerina), assim como pêra e pêsego. Sem mencionar a uva, responsável por uma produção de mais de 7 mil toneladas também referente ao ano de 2022. Além disso, Livramento possui um enoturismo expressivo, com a chamada: ferradura dos vinhedos, considerada rota dos vinhos da região, e onde foi criado o primeiro free shop de vinhos do país, na Vinícola Almadén (Agência Câmara de Notícias, 2023; IBGE, 2022; Tindra, 2022).

Outrossim, passando para o assunto principal deste trabalho, o que atraiu o interesse das empresas e do poder público na região, foi o fato do vento chamado Aragano, ser muito constante, assim como as rajadas do Minuano, converteram a região do Pampa em uma das mais cobiçadas para a realização da instalação de parques eólicos, sendo a constância dos ventos fator mais importante que as velocidades superiores, encontradas com facilidade no litoral gaúcho (Tentardini, 2021).

Em relação a empresa responsável pelos dois empreendimentos que serão analisados na presente pesquisa: a CGT Eletrosul, é uma empresa estatal resultado da fusão entre a Companhia de Geração de Energia Elétrica (CGTEE) com a Eletrosul

Centrais Elétricas, no ano de 2020, sendo as duas subsidiárias da Eletrobras. Em 2022 a empresa supra, participou do processo que passava a Eletrobras para sua capitalização. Estruturada com a visão da Eletrobras de se tornar uma empresa focada em energia renovável, a CGT Eletrosul possui um importante programa de investimentos em energia eólica, colaborando com a diversificação da matriz energética do Brasil (Tentardini, 2021).

Nesse mesmo sentido a CGT Eletrosul é uma das principais empresas no âmbito do investimento no sul do Brasil na geração de energia elétrica, por meio dos ventos. Um notável empreendimento na exploração de fontes limpas é o Complexo Cerro Chato, no município de Santana do Livramento/RS. Também no ano de 2022, um relevante marco na gestão ambiental e fundiária foi a obtenção da Licença Ambiental de Instalação para o Complexo Coxilha Negra, no mesmo município, concedida pelo Ibama, e incluindo a execução de 17 programas ambientais para assegurar a proteção do meio ambiente e das comunidades vizinhas no município (Tentardini, 2021).

Para concluir, o que tornou atrativa a região do Pampa para a instalação de parques eólicos foi a constância dos ventos Aragano e Minuano. A CGT Eletrosul, fruto da fusão entre CGTEE e Eletrosul Centrais Elétricas, destaca-se como um dos principais investidores em energia renovável no sul do Brasil. Projetos como o Complexo Cerro Chato e o Complexo Coxilha Negra, ambos em Santana do Livramento, demonstram o compromisso dessa empresa com a diversificação da geração energética e a busca pela sustentabilidade ambiental.

4.4 Estudo de Caso com enfoque nos empreendimentos eólicos de Santana do Livramento

Antes de analisar a produção dos complexos eólicos do município de Santana do Livramento, bem como os aspectos ambientais e sociais relacionados aos empreendimentos, é necessário fazer uma breve contextualização em relação a como se iniciaram os primeiros estudos relativos à capacidade de geração eólica no Estado. Como já foi exposto, a avaliação e medição dos ventos no Estado do Rio Grande do Sul começou quando, a ex presidenta Dilma Rousseff, no ano de 1999, então Secretária de Energia, Minas e Comunicações do governador Olívio Dutra (PT), determinou que fosse realizada a medição dos ventos e sua velocidade em vários pontos do Estado, para que fosse criado o Atlas Eólico do RS (Tentardini, 2021).

Nesse sentido, as primeiras usinas em solo gaúcho foram erguidas em Osório, no litoral do Estado. Enquanto que, as pesquisas em Santana do Livramento tiveram início apenas em 2005, quando a Eletrosul deixou de ser legalmente impedida de investir na produção de energia elétrica. Naquele ano, o então presidente Luiz Inácio Lula da Silva enviou ao Congresso uma medida provisória, elaborada também pela então ministra, Dilma Rousseff, a qual possibilitou reestruturação do setor elétrico no Brasil e removia as estatais, incluindo a Eletrosul, do Plano Nacional de Privatizações (Tentardini, 2021).

Foi então que dois empregados da Eletrosul foram indicados para fazer as medições dos ventos em Santana do Livramento, todos os meses. De forma inicial na localidade chamada Coxilha Negra, e depois no Cerro Chato, sendo este o marco inicial para estes dois empreendimentos eólicos. Mais precisamente em 2005 foi instalada uma torre anemométrica localizada a 25 km da região central da cidade, na localidade do Cerro Chato, na zona rural do município. Depois de 2 anos de pesquisas, foram levantadas informações, as quais mostravam que o local seria propício para a produção eólica. Iniciando-se após, a fase negocial patrimonial fundiária, assim como a averiguação arqueológica e ambiental (Porciúncula, 2019).

Em resumo, a história dos complexos eólicos de Santana do Livramento reflete um avanço meticuloso e estratégico no setor das renováveis do Rio Grande do Sul. Desde as primeiras medições de ventos conduzidas em 1999, até os estudos específicos iniciados em 2005, a região demonstrou um potencial importante para a produção eólica. A criação do Atlas Eólico e a implementação de políticas favoráveis permitiram a instalação de importantes estruturas, como as torres anemométricas na Coxilha Negra e no Cerro Chato. Desse modo, pode-se dizer que esses esforços implicaram na consolidação de Santana do Livramento como um pólo expressivo para a energia eólica.

4.4.1 Cerro Chato

Após a conclusão dos estudos e pesquisas, os quais possibilitaram a confirmação da viabilidade da produção de energia eólica, a Eletrosul habilitou-se para participar do leilão de Energia de Reservas do governo federal da ANEEL no ano de 2009. Com os projetos prontos, aspirava instalar as usinas eólicas Cerro Chato I, II e III, totalizando 90 MW de potência contando com 45 aerogeradores de 2 MW cada. Venceu o leilão A-3, negociando a energia a por volta de R\$140,00 reais por

megawatt-hora. Desse modo, obteve a concessão para explorar os ventos locais por 20 anos, com a condição de que as usinas começassem a operar em no máximo 3 anos (Porciúncula, 2019).

Nesse sentido, as obras tiveram início em 2010 e a produção de energia através das primeiras máquinas se deu em abril de 2011, em tempo recorde. O último aerogerador, do Cerro Chato I, entrou em operação no início de 2012, sendo este o pioneiro projeto de energia eólica da Eletrosul. Também em 2011, a estatal participou de outro leilão e habilitou o projeto Eólicas do Sul, também em Livramento, em parceria com o fundo Rio Bravo (formando a holding: Eólicas do Sul), para instalação do Complexo Cerro Chato Entorno I, contando com 39 aerogeradores totalizando 78 MW de potência. As obras desta nova fase iniciaram em 2012, após estarem concluídos os projetos Cerro Chato I, II e III (Porciúncula, 2019).

O primeiro conjunto de parques que foi construído, conforme exposto, é constituído pelos parques eólicos Cerro Chato I, II e III, contando com 45 aerogeradores, os quais totalizam a capacidade de 90 MW. Já a ampliação realizada posteriormente, é composta pelos parques Capão do Inglês, Galpões e Coxilha Seca, somando mais 24 torres com 48 MW de potência, formando o Complexo Eólico Cerro Chato. Através do Centro de Operação do Sistema Elétrico, o qual é mantido pelo Centro Regional de Manutenção e Apoio à Operação de Santana, o complexo em epígrafe é controlado remotamente. Sendo que toda energia produzida pelo empreendimento é incorporada ao Sistema Interligado Nacional (CGT ELETROSUL, 2022).

Como foi observado, a energia eólica é considerada uma das mais limpas existentes, pois não queima combustíveis fósseis, assim como não emite dióxido de carbono. Entretanto, pode alterar a paisagem, bem como ameaçar aves, principalmente em rotas de migração. Ademais, o ruído de baixa frequência emitido pelos aerogeradores pode incomodar animais. Desse modo, o monitoramento ambiental é de suma importância para a concessão de licenças de instalação. Durante a construção da Usina Cerro Chato, a equipe de meio ambiente monitorou o projeto a partir de uma sala no canteiro de obras (Tentardini, 2021).

Em síntese, a trajetória dos projetos eólicos em Santana do Livramento demonstra o compromisso da Eletrosul em promover o desenvolvimento das energias renováveis, superando obstáculos e aproveitando as oportunidades regulatórias. Desde a vitória no leilão de 2009 até a parceria realizada para a expansão do

Complexo Cerro Chato, o compromisso com a eficiência e avanço de investimentos foram evidenciados.

As licenças ambientais foram concedidas pela Prefeitura de Santana do Livramento, em convênio com a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). Precisaram ser licenciados os canteiros de obras, os acessos externos, a linha de transmissão, a subestação Livramento 2, a extração mineral, bem como a construção de açudes e poços artesianos. A vegetação local, como capões de mato e a vegetação ciliar, são protegidos por lei. Vale destacar que os campos foram os que mais sofreram modificações, porém todas as zonas temporariamente danificadas foram restabelecidas de acordo com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (Tentardini, 2011).

Vale destacar que as usinas eólicas se tornaram símbolos de avanço econômico na região, trazendo além disso, benefícios sociais. Elas geram empregos, aumentam a arrecadação municipal, dinamizam o comércio, bem como a indústria hoteleira, e proporcionam renda aos proprietários rurais que alugam suas terras. Importante ressaltar que as usinas coexistem com outras atividades, como pecuária e agricultura. No Complexo Cerro Chato, os proprietários rurais obtiveram vantagem com a construção de estradas e açudes, além de receberem royalties de cerca de 1% da energia produzida por cada aerogerador em sua propriedade. A presença de seguranças nos campos para proteger os geradores também ajudaram a reduzir o abigeato (Tentardini, 2021).

De acordo com os dados prestados pelas subestações de Santana do Livramento, atualmente, existem no Complexo Eólico Cerro Chato, 81 aerogeradores em operação, com geração de 163,2 MW, o que representa uma produção energética com média mensal de 42.300 MWh. A extensão total onde o parque está instalado corresponde a 140 km² de terra, onde aproximadamente 55 produtores da localidade, possuem aerogeradores em suas propriedades, através de um contrato de arrendamento firmado entre a empresa e os proprietários.

Outrossim, antes e durante o empreendimento foram realizadas as licenças: prévia, de instalação e também de operação, bem como monitoramento da flora e fauna locais. De acordo com os dados fornecidos pelas subestações de Santana do Livramento, são realizados, um monitoramento de flora e fauna, a cada dois anos, para que seja possível a emissão de uma renovação da licença de operação.

Ademais, a manutenção dos aerogeradores do complexo é realizada a cada seis meses, e existem cerca de vinte e cinco empregados diretos trabalhando no local.

Para concluir, o Complexo Eólico Cerro Chato é exemplo do equilíbrio entre desenvolvimento econômico, bem como responsabilidade ambiental. A obtenção das licenças ambientais e a implementação de programas de recuperação de áreas degradadas expõem um comprometimento com o meio ambiente. Além dos benefícios econômicos, como a criação de empregos e ampliação na arrecadação municipal, o empreendimento proporciona renda adicional aos proprietários rurais, com a vantagem de coexistirem com atividades tradicionais como a pecuária e a agricultura. Com 81 aerogeradores em operação, o complexo se destaca como um modelo de energia limpa e eficiente para a região.

4.4.2 Coxilha Negra

Comprometida com o desenvolvimento socioeconômico de sua área de atuação e com a estratégia de expansão de fontes renováveis, a Eletrobras continua investindo em projetos que fortalecem o sistema energético brasileiro. Sendo o Parque Eólico Coxilha Negra, em implementação pela subsidiária Eletrobras CGT Eletrosul no município de Santana do Livramento (RS), terá capacidade instalada de 302,4 MW, suficiente para atender cerca de 1,5 milhão de consumidores. Cada aerogerador possui altura de 125 metros, com peso ultrapassando 1.300 toneladas, e rotor de 147 metros de diâmetro (Moura, 2023).

O novo empreendimento, que ocupará uma área de 8.644 hectares de terra, contará com 72 aerogeradores de fabricação nacional, cada um com potência de 4,2 MW, contratados junto à WEG, e integrará três usinas: Coxilha Negra 2, 3 e 4. O sistema de transmissão associado inclui dois circuitos de linhas e duas novas subestações coletoras exclusivas do empreendimento, além da ampliação de uma unidade existente no município. Vale ressaltar que com a implementação desse novo parque, somando a produção do Complexo Eólico Cerro Chato, a CGT Eletrosul logrará alcançar a marca de 440 megawatts de potência instalada, o que equivale aproximadamente ao consumo de 2,3 milhões de usuários do sistema (Moura, 2023).

As obras iniciaram mais recentemente, em 2022. Com investimento aproximado de R\$ 2 bilhões de reais, o projeto deste complexo está alinhado com o Plano de Negócios e Gestão da CGT Eletrosul. Nesse sentido, a energia produzida por este empreendimento será disponibilizada no SIN, e poderá ser comercializada

no Mercado Livre de Energia. O empreendimento torna-se atrativo sinergicamente falando, com a altíssima proximidade em relação ao Complexo Cerro Chato, uma vez que existe possibilidade de uma eventual expansão de na região que compreende Livramento e Uruguaiana, reconhecida por seu excelente potencial eólico (CGT Eletrosul, 2022).

Em oposição aos demais parques construídos em Santana do Livramento, os quais só conseguiram comercializar a energia por meio dos leilões, supracitados, realizados pelo governo federal, de forma anterior à instalação dos parques, a CGT Eletrosul irá vender a energia produzida no mercado livremente. Ademais, o empreendimento já logrou a licença necessária pelo Ibama, instituto responsável pela averiguação de impactos ambientais nas regiões fronteiriças. Foi realizado monitoramento da fauna, e flora permitindo apontar os locais comumente ocupados pelos animais e da ocorrência das cactáceas endêmicas, encontradas no bioma, bem como identificar as espécies ameaçadas de extinção (CGT Eletrosul, 2022).

Os componentes dos aerogeradores, por exemplo, o rotor, o gerador e a nacele, são fabricados pela empresa WEG em Jaraguá do Sul, em Santa Catarina, e depois transportados por terra até Santana do Livramento. As pás são produzidas no estado do Ceará pela empresa Aeris, que envia as mesmas por mar do Porto do Pecém até o Porto de Rio Grande no litoral sul do RS, de onde seguem por via terrestre, através das rodovias, até o parque eólico, na fronteira oeste. Vale ressaltar que para a viabilização do Parque Eólico Coxilha Negra, foram abertas cerca de 100 km de novas estradas, bem como foram arrumados 56 km de acessos rurais municipais já existentes (Bones, 2024).

No decurso das diversas fases das obras, estima-se a criação de 1.300 empregos. O processo de contratação da mão de obra, alinhado à Política de Responsabilidade Social da Eletrobras, é dirigido por empresas prestadoras de serviços, com prioridade de seleção de profissionais locais, em parceria com centros de emprego regionais. Para serviços mais específicos, temporários ou que exigem qualificação especializada, as prestadoras de serviços possuem quadro técnico próprio ou executam um recrutamento externo a fim de preencher vagas temporárias de acordo com o avanço das obras (CGT Eletrosul, 2022).

Em relação à gestão ambiental, o projeto do Parque Eólico Coxilha Negra possui todas as licenças ambientais expedidas pelo Ibama. Alinhado com a implantação do empreendimento, está prevista a execução de vários programas com

ações de responsabilidade ambiental e social. O Plano de Gestão Ambiental contempla ações em todas as fases da obra, com objetivo de garantir os cuidados com o ecossistema, incentivando atividades de preservação, bem como monitoramento do bioma, educação ambiental para as comunidades locais e mitigação de impactos.

A fim de atender às exigências do Ibama, todas as condições da licença de instalação foram executadas, com a criação e implementação de 25 programas ambientais, totalizando um investimento de aproximadamente R\$ 9 milhões de reais. Dois projetos sociais que podem ser destacados são o poço artesiano na Vila Thomaz Albornoz, que fornece água de qualidade para 120 moradores, e a nova escola que está sendo construída na localidade do Espinilho, na área de influência do Parque Eólico. Os impactos significativos, diretos e indiretos, bem como os positivos e negativos, são analisados nas pesquisas ambientais realizadas pelo empreendimento, de acordo com a solicitação dos órgãos ambientais (CGT Eletrosul, 2022).

A duração dos impactos e seu caráter reversível ou irreversível são apresentados em forma de matriz nos estudos ambientais. Exemplos de impactos significativos incluem a interferência em dezenove espécies da flora campestre, classificadas como ameaçadas, raras e/ou endêmicas, pelas obras do Parque Eólico Coxilha Negra. Bem como, pode-se citar a execução de salvamento de germoplasma dessas espécies e ações de controle e contenção do capimannoni (*Eragrostis Plana*), espécie exótica invasora, também fazem parte das medidas ambientais realizadas pela empresa (CGT Eletrosul, 2022).

Segundo com as informações fornecidas pelas subestações de Santana do Livramento, até o momento foram instalados 12 aerogeradores no complexo e estima-se que, quando todas as 72 máquinas estiverem operando, a produção média mensal será de 87.000 MWh. Aproximadamente 50 proprietários de terra estão envolvidos no empreendimento, através de contratos de arrendamento. Ademais, no tocante a gestão ambiental, foram realizadas várias medidas ambientais, incluindo a obtenção de licença prévia, licença de instalação e licença de operação. O monitoramento da fauna e flora é contínuo, sendo necessário para a renovação da licença de operação, como já mencionado anteriormente.

Outrossim, são avaliados os possíveis impactos sobre as espécies animais e vegetais, assim como a necessidade de desvio de estradas para acesso, com objetivo

de mitigar os impactos causados pela obra. Por fim, o investimento total realizado no projeto é de aproximadamente 2,5 bilhões de reais, contando com 600 trabalhadores atualmente envolvidos na construção. O complexo já está parcialmente em operação e a previsão é que esteja em pleno funcionamento no início de 2025.

Conclui-se, que o cumprimento das exigências ambientais do Ibama e a implementação de diversos programas ambientais demonstram o comprometimento do Parque Eólico Coxilha Negra com a questão ambiental. Ademais, projetos sociais, como o poço artesiano na Vila Thomaz Albornoz e a nova escola em Espinilho, destacam o impacto social positivo na comunidade local. Por fim, o monitoramento contínuo da fauna e flora, e as medidas para controlar espécies invasoras, refletem a atenção aos impactos ambientais existentes.

5 CONCLUSÃO

Diante todo o exposto, o que pode-se concluir é que a utilização do vento para os mais diversos fins, é bastante antiga, sendo no século XIX, o surgimento do primeiro catavento com fim específico de produção energética. Ao passo que, ao mesmo tempo, com a segunda Revolução Industrial a queima dos combustíveis fosseis era bastante expressiva. Esse fato contribuiu para a morosidade dos estudos a fim de implementar a energia eólica, os quais só foram retomados na década de 1970, frente a crise global do petróleo.

Já no Brasil, os esforços pioneiros em relação a instalação da energia eólica em solo brasileiro, se deu na década de 1990, no estado do Ceará, com instalação de anemógrafos computadorizados. Enquanto que o primeiro aerogerador só foi instalado em Fernando de Noronha, PE, em 1992. Entretanto, a importância da energia eólica só foi evidenciada em 2002, quando foi possibilitado o PROINFA, com objetivo de incentivar a implementação de fontes renováveis de energia, contribuindo para a diversificação da matriz energética do país. Entre as demais políticas públicas no período pode-se citar a criação da ANEEL e do PROEÓLICA, dentre outras legislações apontadas na presente monografia.

Visto a insustentabilidade do sistema baseado na industrialização em larga escala e produção de energia através da queima de combustíveis fósseis, bem como os impactos que estes causam ao meio ambiente e a sociedade como um todo, surge a discussão do princípio da sustentabilidade no ordenamento jurídico. Esse princípio, assegura condições que promovam maior dignidade para os indivíduos em situações desfavoráveis, sem exaurir os recursos naturais nesse percurso. Nesse sentido vários artigos da Carta Magna, bem como interpretação extensiva, trazem de forma implícita a garantia a este direito a sociedade como um todo.

Outra discussão que surgiu ao longo da pesquisa é de que embora a energia eólica seja considerada uma fonte limpa e renovável de energia, dentre outras vantagens, ela pode apresentar eventuais impactos socioambientais em sua instalação e operação. Dessa forma pode-se citar, construção de estradas, desmatamento, impacto visual, ruídos, interferência eletromagnética, além de modificar o comportamento e habitat da fauna e flora locais. Esses impactos devem ser estudados quando da realização do projeto eólico, bem como mitigados durante a construção e funcionamento das usinas eólicas.

Outrossim, pôde-se verificar que a matriz energética apesar de ser predominantemente renovável, a energia eólica, com enorme potencial em diversas regiões do país, ainda representa um percentual pequeno da oferta interna de energia elétrica no Brasil. Entretanto há que se observar o compromisso brasileiro em avançar no desenvolvimento de uma fonte limpa e uma diversificação da matriz energética.

No tocante ao funcionamento do aerogerador, estrutura principal no desenvolvimento do empreendimento eólico, de forma simplificada, é composto por diversas peças que, sincronizadamente, convertem a energia cinética do vento em energia elétrica. Onde se pode destacar: as pás, o gerador, o rotor e a nacelle, fundamentais neste processo. Já a torre e a caixa de engrenagens asseguram eficiência e estabilidade do aerogerador. Enquanto que os sistemas de transmissão e monitoramento integram a energia gerada à rede elétrica e permitem uma gestão remota, ajustando os aerogeradores a determinadas exigências de instalação e demandas diferenciadas.

Por último, em relação ao estudo de caso realizado, foi possível observar que o município de Santana do Livramento é destaque em produção agrícola, pecuária, turismo e comércio, porém também é evidente na geração de energia através dos ventos. Nesse mesmo sentido a CGT Eletrosul, responsável pelos empreendimentos analisados, é uma das principais empresas no âmbito do investimento no sul do país na produção de energia elétrica, através da fonte eólica.

O primeiro Complexo instalado na cidade, denominado Cerro Chato, por se localizar na localidade de mesmo nome, evidencia a importância dos incentivos governamentais expostos no presente trabalho, visto que se originou do primeiro leilão de Reserva de Energia, realizado no Brasil em 2009, pela ANEEL. Podendo ser percebido que o impacto do impulsionamento público foi de suma importância nesse período, proporcionando o pioneirismo de estudos e projetos eólicos na região.

Através do contexto apresentado, pode-se verificar também a importância desse empreendimento, trazendo avanços na questão da empregabilidade, dinamização do comércio e infraestrutura no meio rural que a implementação do complexo propiciou de modo local e regional. Assim como os impactos ambientais que foram considerados e estudados, a fim de monitorá-los, possibilitando que fossem evitados e/ou mitigados.

Em outro âmbito, com a construção mais recente do Complexo Eólico Coxilha Negra, pôde-se analisar a evolução do sistema, uma vez que o primeiro

empreendimento só podia comercializar energia através de leilões realizados pelo governo, este segundo projeto poderá vender a energia produzida através do Mercado Livre de energia. Igualmente, pode-se observar o surgimento de diversas vagas de emprego, criação de acessos adequados, através das estradas rurais e o grande investimento realizado durante a construção e operação deste projeto, na casa dos 2 bilhões de reais. Puderam ser examinadas também as medidas para mitigar os impactos ambientais encontrados, bem como a criação de programas que visam atender a comunidade local.

Para concluir, é possível perceber a evolução da implementação da energia eólica no Brasil, bem como os incentivos governamentais realizados para proporcionar maior investimento nessa fonte. Ademais, com o estudo de caso foi possível analisar os impactos positivos para comunidade, tanto na seara de infraestrutura, economia, e demais benefícios locais, bem como os estudos que devem ser realizados a fim de mitigar os eventuais impactos socioambientais encontrados durante a elaboração do projeto eólico, bem como em sua construção e operação.

REFERÊNCIAS

ABEEOLICA. **O desenvolvimento da eólica no Brasil 2024**. São Paulo: ABEEólica, 2024. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/o-setor/>. Acesso em: 16 abr. 2024.

AHMAD, Bassel Moh'd Khalil Salameh. **Desigualdade de renda: uma análise dos indicadores no município de Santana do Livramento/RS**. 2023. Artigo (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, 2023. Disponível em: https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/8473/1/1901570690_Bassel_Moh_d_Khalil_Salameh_Ahmad.pdf. Acesso em: 10 mar. 2024.

ALBUQUERQUE, Emanuel L.S.; MONTEIRO, Hallysson F.D. **Abordagem histórico-geográfica da energia eólica no estado do piauí: do litoral ao sertão**. XIV Encontro Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia, Piauí, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV154_MD1_SA133_ID12304102021203357.pdf

ALVES, Anelisiane Maria. **Desenvolvimento de um aplicativo computacional para dimensionamento técnico e econômico de biodigestores tipo tubular**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/3010?mode=full>. Acesso em: 16 abr. 2024.

ALVES, José. J. A. Análise regional da energia eólica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2010. DOI: 10.54399/rbgdr.v6i1.266. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/266>. Acesso em: 13 abr. 2024.

AMARANTE, O. A. C.; BROWER, M.; ZACK, J.; DE SÁ, A. L. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2001. 45 p.

AMPONSAH, N.; TROLDORG, M.; KINGTON, B.; AALDERS, I.; HOUGH, R. L. Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of life cycle considerations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 39, p. 461-475, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.087> »

ARIENTI, W. L. Do estado keynesiano ao schumpeteriano. **Revista de Economia Política**, v. 23, n. 4, p. 97-113, out./dez. 2003.

AYALA, Patryck de A. **Devido processo ambiental e o direito fundamental ao meio ambiente**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.

AZEVEDO, J. P. M.; NASCIMENTO, R. S.; SCHRAM, I. B. Energia eólica e os impactos ambientais: um estudo de revisão. **Revista UNINGÁ**, v. 51, p. 101-106, 2017.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira; AZEVEDO, Abílio Cesar Soares de. **Impactos Ambientais em Usinas Eólicas**. In: IX CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL – AGRENER GD, 2013, ITAJUBÁ. **Anais** [...]. Itajubá: AGRENER, 2013.

BARBOSA FILHO, W. P.; AZEVEDO, A. C. S. **O uso da análise hierárquica como auxílio na tomada de decisão de políticas públicas em energia eólica considerando aspectos de sustentabilidade**. In: CONGRESSO DE ENERGIA SOLAR, 5., 2014, Recife.Trabalhos. Recife: ABENS, 2014. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/EnergiaMudancasClimaticas/Publicacoes2014/o_uso_da_anlise_hierrquica_como_auxlio_na_tomada_de_deciso_de_politicas_pblicas.pdf. Acesso em: 11 fev. 2024.

BARRA, Matheus Martins; TEIXEIRA, Wesley Carminati. **Energia eólica: panorama atual e perspectivas futuras**. Artigo (Graduação em Engenharia Elétrica) -Centro Universitário Academia, Juiz de Fora,2022. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/eletrica/article/view/3248/2236>. Acesso em: 03 abr. 2024.

BLACKBURN, W. R. The sustainability handbook: the complete management guide to achieving social, economic and environmental responsibility. **Washington: ELI Press**, 1 ed, 2007. Disponível em: <<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781849773294/sustainability-handbook-william-blackburn>>. Acesso em: 03 mar. 2024.

BRASIL. Decreto nº 3048 de 06 de maio de 1999. **Aprova o regulamento da Previdência Social, e dá outras providências**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3048.htm. Acesso em: 02 mar. 2024.

BRASIL. IBGE- **SENSO 2022. Santana do Livramento/RS**. Disponível em: cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santana-do-livramento/panorama

BRASIL. Lei Nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996. **Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9427cons.htm. Acesso em: 04 fev. 2024.

BRASIL. Lei Nº 9.478 de 06 de agosto de 1997. **Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9478.htm. Acesso em: 06 fev. 2024.

BRASIL. Lei Nº 10.438 de 26 de abril de 2002. **Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de 1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10438.htm. Acesso em: 05 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estudo propõe medidas para cumprimento das metas do Acordo de Paris.** 21.3.2017, modif. 22/05/2019. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2017/03/estudo-propoe-medidas-para-cumprimento-das-metas-do-acordo-de-paris>. Acesso em: 26 fev. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energias. **Boletim mensal de energia.** Dezembro 2013. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/boletins-mensais-de-energia/boletins/2023-1/portugues/boletim-mensal-de-energia-dezembro_v7.pdf/view. Acesso em: 20 fev. 2024.

BRASIL. **Plano decenal de expansão de energia 2019.** Brasília, DF: MME/EPE, 2010. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-52/topico89/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202019.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2024.

BURTON, T.; SHARPE, D.; JENKINS, N.; BOSSANYI, E. **Wind Energy Handbook.** Chichester: John Wiley & Sons, 2001. 642p.

COSTA NETO, Nicolão Dino de Castro. **Proteção jurídica do meio ambiente.** Belo Horizonte: Del Rey, 2003.

CUNHA JUNIOR, Dirley da. **Curso de Direito Constitucional.** 7. ed. Salvador: Juspodivm, 2013.

CUSTÓDIO, Maraluce M.; VIEIRA, Eriton G. O desenvolvimento sustentável à luz do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. **Meritum**, vol. 10, nº 1, Belo Horizonte, p. 159-197, jan./jun. 2015.

DUTRA, Ricardo Marques. **Energia eólica: princípios e tecnologia.** Rio de Janeiro: CEPEL/CRESESB, 2008. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/downloads/energia-eolica-principios-tecnologias.pdf>. Acesso em: 2 maio 2024.

DUTRA, Ricardo Marques. **Viabilidade técnico-econômica da energia eólica face ao novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro.** Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/teses_mestrado/200102_dutra_r_m_ms.pdf. Acesso em: 20 mar. 2024.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em: 06 abr. 2024.

FEARNSIDE, P. M. Viewpoint - Decision Making on Amazon Dams: Politics Trumps Uncertainty in the Madeira River Sediments Controversy. **Water Alternatives**, v. 6, p. 313-325, 2013.

FERREIRA JÚNIOR, Júlio César Gomes; RODRIGUES, Manoel Gonçalves. Administração nas Faculdades São José Rodrigues. Um estudo sobre a energia eólica no Brasil. **Ciência Atual**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, 2015, p. 02-13. Disponível em: <https://revista.saojose.br/index.php/cafsj/article/view/100>. Acesso em: 21 fev. 2024.

FRANCO, Cezar Augusto de O. (2016). (Org.). **Sistema elétrico brasileiro e marco regulatório das energias renováveis**. GEPA. Toledo: PUC-PR, jul. 2016. Disponível em: http://www.oesteemdesenvolvimento.com.br/admin/uploads/texteditor/txt_14718765939380.pdf. Acesso em: 12 mar. 2024.

FREIRE, Luciano. Energias renováveis complementares: benefícios e desafios. **Caderno Opinião**, Dezembro/2014. FGV-Rio de Janeiro. Disponível: <https://repositorio.fgv.br/items/eaad9266-c6fc-464a-b39f-675579e6e76a>. Acesso em: 7 fev. 2024.

FREIRE, Wagner. ANEEL aprova quatro usinas eólicas do leilão A-6 de 2017. **CanalEnergia**, São Paulo, 13 mar. 2018. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53054398/aneel-homologa-17-usinas-do-leilao-a-6-de-2017>. Acesso em: 02 abr. 2024.

FUSSLER, Claude; JAMES, Peter. **Driving eco innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability**. London: Pitman Publishing, 1996.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GNOATTO, Henrique. **Análise de viabilidade técnica e econômica para implantação de aerogerador em propriedades rurais de Cascavel, Londrina e Palmas-PR**. 79p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3030/5/Henrique%20Gnoatto.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2024.

GWEC. **Global Wind report: annual market update 2010**. Brussels: GWEC, 2010.

HEINZE, Luis Carlos. Nova lei concede a Santana do Livramento o título de Capital Nacional da Ovelha. **Agência Câmara de Notícias**, 2018, Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/959325-nova-lei-concede-a-santana-do-livramento-o-titulo-de-capital-nacional-da-ovelha/>. Acesso em: 28 fev. 2024.

CHUBERT, Camargo. **Atlas Eólico. INVEST-RS** - Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://investrshom.rs.gov.br/conteudo/interna/inicial/como/programas/atlas-eolico/#:~:text=O%20Atlas%20E%C3%B3lico%20do%20Rio%20Grande%20do%20Sul,de%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20a%20partir%20dessa%20fonte>. Acesso em: 15 mar. 2024.

KRELL, A. J.; DE CASTRO E SOUZA, C. B. A sustentabilidade da matriz energética brasileira: o marco regulatório das energias renováveis e o princípio do desenvolvimento sustentável. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 157–188, 2020. DOI: 10.7213/rev.dir.econ.soc.v11i2.26872. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/direitoeconomico/article/view/26872/24732>. Acesso em: 18 mar. 2024.

LANZILLO, Anderson Souza da Silva; XAVIER, Yanko Marcius de Alencar. As energias renováveis no ordenamento jurídico brasileiro – uma visão constitucional. **Direito Energia**, Ano 1, vol. 1, p. 1-14, ago./dez. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/direitoenergia/article/view/4224/3460>>. Acesso em: 24 mar. 2024.

LOPEZ, Ricardo Adalbé. **Energia eólica**. São Paulo: Editora: Artliber, 1 ed. 2002. 156p.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental brasileiro**. 21. ed. São Paulo: Malheiros, 2013.

MAGALHÃES, Murilo.Vill. **Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil**. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) 50p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/123646/Economia291554.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 abr. 2024.

MONTEZANO, Bruno Eduardo Moreira. **Estratégias para identificação de sítios eólicos promissores usando sistema de informação geográfica e algoritmos evolutivos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: https://cresebs.cepel.br/publicacoes/download/dissertacao/201210_montezano_b_e_m_ms.pdf. Acesso em: 06 mar. 2024.

MORELLI, F. De S.; **Panorama Geral da Energia Eólica no Brasil**. (TCC Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Energia e Automação. São Carlos SP (2012).

NASCIMENTO, Cavalcanti Thiago; MENDONÇA, Andréa Torres B.B. de. DA CUNHA, Sieglinde Kindl. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: O caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **SciELO - Repositório Eletrônico**, Paraná 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/QMWwLZbx6pFdDT9DP8NWkZh/#>. Acesso em: 28 fev. 2024.

PINHAS, Marco Antonio M.; MARTINS, Alessandro. **Análise técnica de aerogeradores**. TCC (Curso Técnico em Eletrotécnica) Etec Philadelpho Gouvêa Netto - São Paulo, 2023. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/14443/1/ANALISE%20T%c3%89CNICA%20DE%20AEROGERADORES.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2024.

PINTO, Lucia I.C.; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **SciELO Repositório Eletrônico**, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhVH/#>. Acesso em: 10 mar. 2024

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, 2014b.

PINTO, Milton Oliveira. **Energia Elétrica - Geração, Transmissão e Sistemas Interligados**. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Energia-EI%C3%A9trica-Transmiss%C3%A3o-Sistemas-Interligados/dp/8521624158>. 2013. Acesso em: 10 abr. 2024.

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica. Geração líquida de Energia. Fonte CEEE 2023. Disponível em: https://proinfa.enbpar.gov.br/?_gl=1%2A1fk75dw%2A_ga%2AMTk2MzA0MjkyNy4xNzE2Mjl3NjYy%2A_ga_SLCC3X2M7G%2AMTcxNjlyNzY2Mi4xLjAuMTcxNjlyNzY2Mi4wLjAuMA. Acesso em: 02 mar. 2024.

RIO +20 – Comitê Nacional de Organização. **Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/clientes/rio20/rio20/sobre_a_rio_mais_20/sobre-a-rio-20.html. Acesso em: 19 fev. 2024.

RAMPINELLI, G. A.; ROSA JÚNIOR, C. G. Análise da geração eólica na matriz brasileira de energia elétrica. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n. 2, p. 273-302, 2012. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/reader/98bb2f0c322a8545212082df786e063128d40339>. Acesso em: 12 abr. 2024.

REIS, Lineu Belico dos. **Geração de energia elétrica**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2017.

RICOSTI, Juliana Ferrari Chade. **Inserção da energia eólica no sistema hidrotérmico brasileiro**. 2011. Dissertação (Mestrado em Energia) - Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. doi:10.11606/D.86.2011.tde-09062011-110815 .

RODMAN, L. C.; MEENTEMEYER, R. K. A geographic analysis of wind turbine placement in Northern California. **Energy Policy**, v. 34, p. 2137-2149, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.03.004>

SALINO, Pedro Jordão. **Energia Eólica no Brasil: Uma comparação do PROINFA e dos novos leilões**. Artigo (Curso Administração) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/energia_eolica_no_brasil.pdf. Acesso em: 9 abr. 2024.

SANTOS, Alison Alves dos; RAMOS, Daniel Silva; SANTOS, Nilson Tadeu Fernandes dos; SANTOS, Pedro Porto de Oliveira. **Projeto de geração de energia eólica**. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Industrial) Universidade Santa Cecília. Mecânica. 75 fls. (Projeto). Universidade Santa Cecília. Curso de Engenharia Industrial. 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/29736521/Universidade_Santa_Cec%C3%. Acesso em 4 mai. 2024.

SANTOS, G. F. **A evolução da indústria de energia elétrica e a estratégia do grupo Iberdrola no Brasil**. 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado em Economia) Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago (2014). **Direito Ambiental: Introdução, fundamentos e Teoria Geral**. São Paulo: Saraiva, 2014.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, Solange Teles da. Poluição visual e poluição sonora: aspectos jurídicos. **Revista de Informação Legislativa**, v. 40, n. 159, p. 161-179, 2003.

TENTARDINI, Cleber Dioni. Vento a favor no pampa. **JÁ Online 2021**. Disponível em: <https://www.jornalja.com.br/ambiente/vento-a-favor-no-pampa/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

TERCIOTE, Ricardo. **Eficiência energética de um sistema eólico isolado**. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) Universidade de Campinas: UNICAMP, 2002. Disponível em: < http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100056> Acesso em: 20 abr. 2024.

TIDRA, Caroline. Rota da Ferradura dos Vinhedos, na Fronteira, tem passeio por vinícolas e atrações ao ar livre. **Jornal Online GauchaZH**, S. do Livramento, 2022. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/comportamento/viagem/noticia/2022/09/rota-da-ferradura-dos-vinhedos-na-fronteira-tem-passeio-por-vincolas-e-atracoes-ao-ar-livre-cl8enid6q006k016rgqxvq45o.html>. Acesso em: 02 mar. 2024.

VAICBERG, Henrique; QUEIROZ, Matheus Ferreira der. Energia eólica offshore: um overview do cenário global e o contexto brasileiro. **Revista de direito negócios internacionais da maritime law academy** - Vol. 1, nº 1, Janeiro a Junho - 2021. pp 114-143. Disponível em: <https://mlawreview.emnuvens.com.br/mlaw/article/download/6/69/281#:~:text=O%20primeiro%20parque%20e%C3%B3lico%20offshore,constru%C3%ADdo%20em%201991%20na%20Dinamarca>. Acesso em: 20 mar.2024

VARELLA, Marcelo Dias. **Direito Internacional Econômico ambiental**. Belo Horizonte: Del Rey, 2004.

VILHA, Ana Patricia de Oliveira Morales. **Gestão da inovação na indústria brasileira de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos: uma análise sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável**. 2009. 169 p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/441155>> . Acesso em: 12 fev. 2024.

WOLSINK, M. Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support. **Renewable Energy**, v. 21, p.49-64, 2000
[https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(99\)00130-5](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(99)00130-5).

APÊNDICES

A - QUESTIONÁRIO COMPLEXO CERRO CHATO

Anonimizado

1 - Quantos aerogeradores se encontram em funcionamento e qual a quantidade de energia gerada em cada um dos parques que compõem o complexo eólico?

“Atualmente, existem 81 em funcionamento, gerando 163,2MW instalados, gerando um total de 42.300 MWH (média mensal) nos parques atualmente, sem incluir o Coxilha Negra”.

2- Qual o intervalo das manutenções realizadas nos aerogeradores?

“De 6 em 6 meses”.

3 - Quantos produtores/ proprietários de terra possuem aerogeradores em seus domínios?

“Mais ou menos, 55 produtores, com alguns possuindo em seu campo mais de um aero”.

4 - Qual o tipo de contrato realizado entre os proprietários e a empresa para instalação dos aerogeradores e demais estruturas inerentes ao empreendimento?

“Arrendamento”.

5 - Quais os estudos/ medidas ambientais tomadas antes/durante a instalação do complexo e quais impactos ambientais e sociais podem ser encontrados?

“Licença prévia

Licença de instalação

E licença de operação

Monitoramento de fauna e flora

“É realizado o monitoramento de fauna e flora para renovação da licença de operação dos parques a cada dois anos”.

6 - Aproximadamente quanto foi o investimento realizado, e quantos empregados se encontram trabalhando no empreendimento?

“Quanto ao investimento realizado, não posso lhe dar uma resposta com certeza, mas tem, mais ou menos, 25 pessoas empregadas no local até o momento”.

7 - Qual a extensão de área total onde se encontra o

empreendimento?

“Aproximadamente 140km²”.

8 - Existe algum aerogerador e/ou demais estruturas localizadas na APA Ibirapuitã? Se sim quais as medidas ambientais tomadas?

“Não existe nenhuma estrutura lá, apenas estudos para novos parques são realizados lá”.

B - QUESTIONÁRIO COMPLEXO COXILHA NEGRA
Anonimizado

1 - Quantos aerogeradores foram instalados até o momento e qual a quantidade de energia estimada a ser produzida em cada um dos parques que compõem o complexo eólico?

“Foram instalados 12 aerogeradores até o momento, estima-se que sejam produzidos 87.000 MWH (média mensal) para 72 máquinas, quando o complexo estiver finalizado”.

2 - Quantos produtores/ proprietários de terra possuem aerogeradores em seus domínios?

“Aproximadamente 50 proprietários”.

3 - Qual o tipo de contrato realizado entre os proprietários e a empresa para instalação dos aerogeradores e demais estruturas inerentes ao empreendimento?

“Arrendamento também”.

4 - Quais os estudos/ medidas ambientais tomadas antes da instalação do complexo?

“Licença prévia, licença de instalação e licença de operação.

É realizado o monitoramento de fauna e flora para renovação da licença de operação dos parques a cada dois anos neste caso tambem. Deve ser analisado também se alguma espécie de animal ou planta será gerada pela obra, tal como o desvio de estradas para acesso, para diminuir o impacto da obra antes e durante sua execução”.

5 - Aproximadamente quanto foi o investimento realizado, e quantos empregados se encontram trabalhando no empreendimento?

“2.5 bilhões serão investidos até o fim da obra, tendo, atualmente, 600 empregados lá”.

6 - Qual a previsão para que o complexo entre em funcionamento?

“Já está em funcionamento e tem previsão de estar em total funcionamento no início do ano que vem (2025)”.