



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO**  
**AMBIENTE**

**VICTOR BARRETO CAVALCANTE**

**SOB AS SOMBRAS DAS HÉLICES: ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE**  
**USINAS EÓLICAS NO MUNICÍPIO DE IBIAPINA/CE**

**FORTELEZA**  
**2025**

VICTOR BARRETO CAVALCANTE

SOB AS SOMBRAS DAS HÉLICES: ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE  
USINAS EÓLICAS NO MUNICÍPIO DE IBIAPINA/CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Gil Célio de Castro Cardoso.

FORTALEZA

2025

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

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

---

- C364s Cavalcante, Victor Barreto.  
Sob as sombras das hélices: Análise dos impactos ambientais de usinas eólicas no município de Ibiapina/CE / Victor Barreto Cavalcante. – 2025.  
124 f. ; il, color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Prof. Dr. Gil Célio de Castro Cardoso.

1. Conflito socioambiental. 2. Justiça Ambiental . 3. Transição energética . I. Título.

CDD 333.7

---

VICTOR BARRETO CAVALCANTE

SOB AS SOMBRAS DAS HÉLICES: ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE  
USINAS EÓLICAS NO MUNICÍPIO DE IBIAPINA/CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 22/08/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gil Célio de Castro Cardoso (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Suely Salgueiro Chacon  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Fábio Fonseca Figueiredo  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

## AGRADECIMENTO

Ao universo e a todos os seres superiores que me auxiliaram chegar aonde cheguei, por segurarem minha mão desde outro plano, intercederem a cada instante em favor do meu crescimento e tantos outros pontos que a objetividade deste trabalho não me permite citar.

Aos meus pais, Frutuoso Cavalcante Paiva e Leila Maria e meu irmão Vinícius, pelo estímulo incessante, conselhos, repreensões e principalmente por acreditar em meu potencial.

À minha querida companheira Mayane, pelos ajustes acadêmicos, participação nas coletas e análises de dados, observações relevantes e principalmente por tantos momentos de companheirismo e construção coletiva. À Nina, Bolinha, Miu, Tom e Mel, pelo marcante e indispensável suporte emocional.

Aos queridos colegas e agora amigos que a superintendência da CREDE 5 me proporcionou, Laryza Ayres, Patrícia Oliveira, Maurozan Soares e Tiago Reial pelo convívio diário, pelas trocas de experiências, pelos momentos de reflexão e pelos risos que trazem leveza à nossa caminhada.

Aos colegas da escola Rosa Martins Camelo Melo pelos diálogos, estímulos e apoio nas fases iniciais dessa caminhada acadêmica. À dona Valdilene Fontes que com sua sensível e generosa atuação foi de importante valia na construção desse trabalho.

Ao meu amigo de longa data Alan Avelino que mesmo fisicamente distante, sempre esteve presente com palavras, conselhos, escuta ativa e rememorando momentos importantes, mostrando que o verdadeiro vínculo de amizade resiste ao tempo e distância.

Ao professor Gil Célio, que com paciência, sensibilidade e olhar crítico me orientou ao longo dessa marcante caminhada acadêmica, aperfeiçoando não somente o escopo desse trabalho, mas ampliando minha visão de mundo.

À UFC, instituição que carinhosamente guardo em minhas lembranças pela marcante construção acadêmica, sólida formação intelectual e incontáveis momentos felizes. Ao PRODEMA e seus respeitados professores que com destacada capacidade técnica fomenta em seus discentes uma visão crítica da realidade. Ao professor Fábio Sobral por acreditar neste trabalho desde princípio e à professora Suely Salgueiro pelo olhar sereno e perspicaz.

Às políticas públicas educacionais por possibilitarem o ingresso e permanência de aguerridos pesquisadores nas mais variadas instituições de pesquisa.

À comunidade de Santo Antônio da Pindoba por compartilhar suas visões, angústias, anseios, esperanças e memórias, possibilitando a realização desse estudo.

À todos, meu afetuoso sentimento de gratidão.

## RESUMO

Do respirador de UTI à complexos sistemas militares, a eletricidade é elemento indispensável na sociedade moderna. Para manter complexas máquinas em funcionamento foram desenvolvidas técnicas de geração elétrica que usam principalmente carvão mineral e petróleo como matéria prima, fontes que não se renovam na natureza. Essas estratégias são apontadas como causadoras de diversos problemas ambientais que põem em risco a vida na terra. As fontes de energias renováveis, dentre essas as usinas eólicas, se inserem nesse contexto como possibilidade de se compatibilizar uma geração menos danosa, portanto uma alternativa à forma anterior, ensejando a sociedade moderna um período de transição energética. Essa nova forma de geração demanda extensas áreas e pode limitar o acesso à terra, suprimir fauna e flora, impactar negativamente na agricultura e propiciar diversas doenças à população diretamente afetada, gerando conflitos de caráter socioambiental. O município cearense de Ibiapina se destaca como berço de diversos parques eólicos e uma população majoritariamente dependente da agricultura. O presente estudo tem como objetivo geral analisar a percepção de impacto socioambiental da população diretamente afetada pelo empreendimento eólico Bons Ventos da Serra 2, em Ibiapina/CE. Como objetivos específicos buscou-se investigar os conflitos socioambientais gerados pela sua implantação, descrever os anseios dos diferentes atores sociais locais sobre a presença da usina eólica e por fim analisar os impactos socioambientais gerados pelo empreendimento. Foi adotado como metodologia uma abordagem qualitativa ao realizar análise documental, estudo bibliográfico e um estudo de caso por meio de entrevistas. Os dados foram transcritos e sucessivamente analisados por meio de aplicativo de análise de conteúdo. Obteve-se como resultado uma demonstração de forte vínculo territorial bem como um descontentamento com os pretensos ganhos sociais advindos do empreendimento, destacando-se: ruídos e ausência de benefícios sociais duradouros. Predomina um sentimento de desilusão. Conclui-se que a transição energética é indispensável, porém tem-se orientado por políticas públicas que perpetuam padrões excludentes, priorizando destacados grupos econômicos em detrimento de comunidades fragilizadas.

**Palavras-chave:** conflito socioambiental; justiça ambiental; transição energética

## **ABSTRACT**

From ICU ventilators to complex military systems, electricity is an indispensable element in modern society. To keep complex machines running, electricity generation techniques have been developed that primarily use coal and oil as raw materials, sources that are not replenished in nature. These strategies are identified as causing numerous environmental problems that endanger life on Earth. Renewable energy sources, including wind farms, fit into this context as a possibility of achieving a less harmful generation, thus providing an alternative to the previous form, ushering modern society into a period of energy transition. This new form of generation requires extensive land and can limit access to land, suppress fauna and flora, negatively impact agriculture, and promote various diseases among the directly affected population, generating socio-environmental conflicts. The municipality of Ibiapina, Ceará, stands out as the birthplace of several wind farms and a population largely dependent on agriculture. The general objective of this study is to analyze the perception of the socio-environmental impacts of the population directly affected by the Bons Ventos da Serra 2 wind farm in Ibiapina, Ceará. The specific objectives include investigating the socio-environmental conflicts generated by its implementation, describing the concerns of different local social actors regarding the presence of the wind farm, and finally analyzing the socio-environmental impacts generated by the project. A qualitative approach was adopted, involving documentary analysis, a bibliographical study, and a case study through interviews. The data were transcribed and successively analyzed using content analysis. The results demonstrated a strong territorial connection as well as frustration with the impacts, particularly noise and the lack of lasting social benefits. A sense of disillusionment predominates. The conclusion is that the energy transition is essential but has been guided by public policies that perpetuate exclusionary patterns, prioritizing specific economic groups to the detriment of vulnerable communities.

**Keywords:** environmental justice; socio-environmental impact; wind farms.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração da região de localização do empreendimento BVS2 .....	16
Figura 2 – Ilustração da distância entre o empreendimento BVS2 e as residências .....	17
Figura 3 – Representação ampliada da região de estudo.....	18
Figura 4 – Princípio de geração elétrica de matrizes não renováveis.....	29
Figura 5 – Imagem das partes de um aerogerador e seu funcionamento básico .....	37
Figura 6 – Representação das partes principais de um aerogerador .....	37
Figura 7 – Representação da velocidade média anual de ventos na região Nordeste .....	51
Figura 8 – Nuvem de palavras que identifica o principal conteúdo .....	66
Figura 9 – Coocorrência de termos apresentados .....	67

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumo energético global em TEP .....	39
Gráfico 2 – Consumo energético mundial entre 1965 e 2016 .....	39
Gráfico 3 – Participação de geração de eletricidade mundial por fonte .....	41
Gráfico 4 – Geração de eletricidade mundial a partir das energias eólica e solar .....	41
Gráfico 5 – Impactos ambientais para sua área de influência .....	41
Gráfico 6 – Impactos gerados, a grandeza da intervenção e escala de impactos.....	61
Gráfico 7 – Classificação hierárquica descendente das expressões presentes nas falas ..	68
Gráfico 8 – Vocábulos pertencentes a cada classe hierárquica .....	69
Gráfico 9 – Plano e análise fatorial de correspondência sobre corpus textual .....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Técnicas de análise de conteúdo e respectiva base teórica .....	19
Tabela 2 – Crescimento das fontes renováveis na matriz energética global .....	40
Tabela 3 – Verbos relacionado à vivências ativas e territoriais, presentes nas falas .....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AID	Área de influência direta
AII	Área de influência indireta
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BVS2	Bons Ventos da Serra 2
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CCR	Centro de Controle Remoto
CGE	Central Geradora de Energia
COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
ECO-92	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ENC	Economia Neoclássica
EUA	Estados Unidos da América
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FDI	Fundo de Desenvolvimento Industrial
GEE	Gases de Efeito Estufa
GW	Gigawatt
Hab/km <sup>2</sup>	Habitantes por Quilômetro Quadrado
IEA	Agência Internacional de Energia
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
km <sup>2</sup>	Quilômetro Quadrado
KV	Quilovolt
kW	Quilowatt
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MG	Minas Gerais
m/s	Metros por Segundo

MW	Megawatt
ONU	Organização das Nações Unidas
ONS	Operador Nacional de Sistema
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PIER	Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva Geradora de Energias Renováveis
PNE	Plano Nacional de Energia
ppm	Partes por Milhão
PROEÓLICA	Programa Emergencial de Energia Eólica
PROINFA	Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SIN	Sistema Interligado Nacional
TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TWh	Terawatt-hora
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
%	Porcentagem
°C	Grau Celsius

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	09
2	<b>PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	15
2.1	<b>Classificação da pesquisa</b> .....	15
2.2	<b>Localização geográfica do estudo</b> .....	16
2.3	<b>A população-alvo</b> .....	17
2.4	<b>Coleta de dados</b> .....	18
2.5	<b>Análise dos dados</b> .....	19
2.6	<b>Aspectos éticos</b> .....	20
2.7	<b>Produto de pesquisa</b> .....	20
3	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	21
3.1	<b>A crise energética na sociedade e a economia ecológica</b> .....	21
3.1.1	<i>A energia elétrica na adaptação humana na Terra</i> .....	25
3.1.2	<i>O mundo moderno e a eletricidade</i> .....	26
3.2	<b>Fontes de energia e a transição energética</b> .....	28
3.2.1	<i>Fontes de energia não-renovável</i> .....	28
3.2.2	<i>Transição energética</i> .....	30
3.2.3	<i>Fonte de energia renováveis</i> .....	32
3.2.4	<i>A energia eólica</i> .....	34
3.2.5	<i>Matriz energética global</i> .....	38
3.3	<b>O papel do Estado Brasileiro na (re)construção da matriz energética nacional</b> .....	43
3.3.1	<i>As políticas públicas de incentivo à energia eólica</i> .....	45
3.3.2	<i>O Ceará e a política dos ventos</i> .....	47
3.4	<b>O avanço das usinas eólicas no nordeste brasileiro e os impactos ambientais decorrentes</b> .....	49
3.4.1	<i>Os impactos sociais</i> .....	52
3.4.2	<i>A justiça ambiental</i> .....	55
3.4.3	<i>Estratégias de redução de danos e participação social</i> .....	57
4	<b>O COMPLEXO EÓLICO BONS VENTOS DA SERRA 2 E O PROCESSO DE INSTALAÇÃO</b> .....	59

4.1	O empreendimento Bons Ventos da Serra 2 (BVS 2) .....	59
5	PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS GERADOS PELO EMPREENDIMENTO .....	64
6	CONCLUSÃO .....	73
	REFERÊNCIAS .....	76
	APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	87
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	89
	APÊNDICE C – FOTOLIVRO .....	93

## 1 INTRODUÇÃO

O fascínio da humanidade pela energia elétrica remonta à época da antiga Grécia, período em que diversos filósofos observavam atônitos pequenas faíscas geradas pela eletricidade estática da fricção do Âmbar. O primeiro artefato usado como fonte primitiva de eletricidade foi criado possivelmente em 2000 a.C., conhecida como bateria de Bagdá. Também é descrito, muitos séculos depois, experimentos como o de Benjamin Franklin, que utilizou uma pipa e demonstrou que os raios são uma forma de eletricidade, essa por sua vez passou a ser usada muitos séculos depois para dar luz à escuridão e fazer funcionar diversas parafernalias criadas por inventores ávidos por facilitar as atividades mais banais da vida humana (MOURA, 2019).

Dos gregos antigos às sofisticadas centrais elétricas, observa-se uma sociedade cada vez mais dependente da eletricidade para realizar funções mais básicas do cotidiano. As atividades de suporte a vida demandam equipamentos como respiradores em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e monitores cardíaco com os seus inúmeros sensores e circuitos elétricos. Áreas como a telecomunicação, o transporte, a indústria, a segurança pública, a defesa nacional e, basicamente, toda atividade humana dependem de algum modo da eletricidade.

Para manter em funcionamento tais atividades, foram desenvolvidas técnicas que usam carvão mineral, petróleo, gás natural e xisto betuminoso como matéria-prima para a geração de energia elétrica. Essas estratégias são apontadas como causadoras de diversos problemas ambientais, em especial: contaminação de solos, chuva ácida, poluição do ar, poluição da água, emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), alterações e sucessiva destruição de fauna/flora e mudanças climáticas, fenômenos que põem em risco a dinâmica ecossistêmica da vida na Terra (SEVÁ, 2013).

Torna-se indispensável encontrar meios de geração elétrica que reduzam os impactos anteriormente descritos. Nesse contexto, emerge a necessidade de uma matriz renovável de produção, aquela que usa elementos naturais que se regeneram constantemente, em detrimento do uso de uma fonte não renovável. Não há atividade humana isenta de impactos, porém, buscase com essa nova matriz evitar que as atividades antrópicas levem os mais variados ecossistemas vivos a um colapso irreversível. Estratégias como o uso da luz do Sol, do fluxo de vento e água, do movimento das marés e da eletrólise da água ganham destaque pelo seu reduzido impacto e elevado potencial gerador.

O Brasil, com uma destacável vastidão territorial, se projeta nesse contexto como um dos maiores produtores de energia limpa do mundo. De acordo com Ministério de Minas e Energia (2024), o Brasil em 2023 apresentava 49,1% de energia advinda de fontes renováveis,

valor que alça o país como terceiro maior produtor mundial, respondendo por aproximadamente 7% da produção global elétrica proveniente de “limpas”.

O País usa principalmente o fluxo de bilhões de metros cúbicos de água para gerar energia elétrica. As usinas denominadas hidrelétricas representam 55% da matriz energética nacional, destacando o Brasil como terceiro maior produtor global. Ainda que apresente uma elevada capacidade de geração e relativo baixo custo operacional, esse tipo de estratégia não está isento de impacto. Tais usinas podem gerar alterações por vezes irreversíveis em ecossistemas aquáticos e terrestres com sucessiva perda de biodiversidade, inundação de extensas áreas, ocasionando emissão de gases de efeito estufa e interrupção da migração natural de inúmeras espécies.

No que se refere aos impactos sociais das usinas hidrelétricas, é oportuno destacar que o deslocamento de populações locais e as mudanças no uso da terra como alguns dos impactos sociais advindos de sua construção. Há estudos como o de Barbosa, Giongo e Mendes, (2021) que discutem impactos inclusive na saúde pública. O autor em sua análise sistemática citou que os impactos transcendem ao mero aspecto econômico (BARBOSA; GIONGO; MENDES, 2021).

o suicídio aparece em três artigos. Além disso, questões de ansiedade, pauperização, alcoolismo e abuso de drogas, invisibilidade, depressão, estresse, desigualdade de gênero, marginalização social e violência – inclusive a violência policial, havendo, até mesmo, relatos de desaparecimento de pessoas e prisão de líderes de movimentos sociais (BARBOSA; GIONGO; MENDES, 2021).

Freitas; Bessa; Ferreira; Farias (2023) apontam para o processo de desterritorialização, realidade em que há uma perda de controle ao território, gerando perturbações nos mais variados segmentos da dinâmica do indivíduo.

O deslocamento compulsório é entendido como um processo de desterritorialização. Entende-se desterritorialização como um processo de perda de controle e de acesso ao território impactado. Trata-se da perda do espaço concreto de moradia e sobrevivência, e, por conseguinte, das referências culturais, econômicas, sociais e espaciais. Desterritorializações, mesmo as programadas, resultam em impactos e perturbações a nível individual e coletivo (Freitas; Bessa; Ferreira; Farias, 2023)

Também merece destaque a energia gerada pelo fluxo de vento, a denominada energia eólica. Amplamente citada como de impacto desprezível, a geração de energia que homenageia o Deus grego Éolo, responsável por controlar e liberar os ventos, de acordo com a mitologia grega, desperta a atenção do mundo acadêmico. Estados do Nordeste brasileiro apresentam elevado potencial eólico devido a fatores como condições climáticas de vento constante,

topografia rica em planaltos e chapadas, áreas costeiras e proximidade com o sistema interligado nacional (SIN), tornando essa região um celeiro de megaempreendimentos (DIAS; TEIXEIRA; PESSOA, 2023).

Dentre os motivos que ensejaram essa decisão estratégica, pode-se apontar a volatilidade do preço do petróleo e a vulnerabilidade da matriz energética brasileira. O Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), criado em 2002, representa uma iniciativa pioneira de diversificação da matriz energética do Brasil, ao estabelecer contratos de compra de energia a longo prazo de investidores em empreendimentos eólicos, proporcionando segurança jurídica ao setor (FERREIRA; SANTANA; RAPINI; MOURA, 2022).

Para além dos elementos anteriormente citados, é oportuno destacar que o Estado Brasileiro operacionalizou diversas políticas públicas de estímulos a fontes renováveis. Sob influência do evento denominado Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 (ECO-92) ocorrido no Rio de Janeiro em 1992, ocasião na qual foi consolidado o conceito de desenvolvimento sustentável como elemento norteador de políticas públicas, o Brasil operacionalizou mudanças significativas em sua matriz energética pautado principalmente na ideia de “economia verde”, que busca conciliar crescimento e sustentabilidade.

É indispensável uma análise crítica sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, na medida em que este pode ser usado como instrumento de legitimação para a práticas que objetivem a acumulação de capital, podendo perpetuar a desigualdade histórica entre países e acentuar assimetrias socioeconômicas nas mais variadas localidades (TEIXEIRA; ZHOURI; MOTTA, 2021).

Descrita como a redentora dos impactos ambientais ocasionados pela atual matriz de geração elétrica, com o condão de transformar a insustentável dinâmica socioambiental, a expansão do método de produção renovável, em especial de matriz eólica, cresce de maneira vertiginosa nacional e internacionalmente. Somente no ano de 2023 houve um crescimento de 18,79% na capacidade instalada Nacional em relação ao ano anterior (ABEEÓLICA, 2023).

Essa expansão desenfreada suscita preocupação no que se refere aos impactos socioambientais, principalmente em comunidades do entorno. Andrade e Santos (2015) relatam que a instalação de empreendimento eólicos pode limitar o acesso à diversos recursos naturais, além de relacionar-se a alterações na paisagem, conflitos territoriais e mudanças dramáticas no modo de vida da população.

Regiões como o Cumbe, localizado no município cearense de Aracati, enfrenta inúmeros problemas decorrentes da presença de empreendimentos eólicos, entre os impactos descritos pela comunidade estão: fragmentação de ecossistemas, degradação de dunas, desestruturação de serviços ecossistêmicos essenciais, poluição sonora e visual. Convém citar os impactos de ordem social, como fragmentação de territórios; limitação das práticas culturais, inclusive de práticas funerárias seculares; alterações econômicas; conflitos relacionados a posse de terra e desmantelamento de movimentos sociais (RIBEIRO, 2013).

Com uma exuberância ecossistêmica destacável e elevado potencial turístico, a região da Ibiapaba, termo tupi-guarani para “serra elevada”, localizada na fronteira dos Estados do Ceará e Piauí vem recebendo diversos empreendimentos eólicos devido a sua localização estratégica e características como: ventos constantes e intensos. Tendo 2.577 MW produzidos no ano de 2023 a partir de aerogeradores, capaz de abastecer 16 milhões de residências, o Estado do Ceará se destaca nacionalmente pela sua matriz eólica (CRUZ, 2024).

Ao restringirmos o espectro de análise para a região da Ibiapaba e considerando somente os projetos em andamento, há pelo menos dois parques eólicos em construção, o primeiro denominado Complexo Eólico Ibiapaba Sul, com uma potência planejada de 974,6 MW distribuídas em 443 torres de geração (RAIMO; KAKINAMI, 2018). O segundo, por sua vez, chamado de Complexo Eólico Tianguá/Viçosa, com 354 MW previstos (SEMACE, 2023).

Para além das potencialidades, tais empreendimentos são descritos como geradores de impactos que iniciam em sua instalação, perpassando a operação e sucessiva manutenção. A transformação da paisagem e a restrição do acesso aos territórios, além dos constantes ruídos podem comprometer a dinâmica social e econômica da população, suscitando conflitos e vulnerabilidades socioeconômicas (GORAYEB; BRANNSTROM; MEIRELES, 2019).

Nesse contexto entende-se que um impacto é uma intervenção de um determinado padrão “natural” resultando em alterações, seja ela positiva ou negativa, de curto, médio ou longo prazo. O impacto denominado socioambiental refere-se aos elementos que repercutem no ambiente e ao mesmo tempo na população humana instalada em um determinado local (VENTURA; DAVEL, 2021). Diniz; Rodrigues; Sousa; Lima (2020) entendem que as alterações ocasionadas por ações ou atividades antrópicas afetam negativamente a qualidade de vida, a saúde e a economia.

Ainda que a expansão da energia eólica no Brasil seja amplamente debatida, percebe-se uma demanda notória no que se refere aos estudos que descrevam de forma articulada os impactos ambientais, sociais e culturais, pois a maioria dos trabalhos concentram-se em

entender tópicos tecnicamente ambiental e/ou econômico, como a redução de emissões de carbono, diversificação das matrizes energética e impactos ecossistêmicos.

Importante destacar que território é caracterizado como um elemento que transcende a uma mera demarcação de espaço, englobando conceitos como identidade, pertencimento, e principalmente, relações de poder (SOARES; CHACON; SOUSA; QUEIROZ, 2017). Essa realidade se torna ainda mais dramática quando se constata a carência de estudos relacionados à energia eólica e o aspecto social na região da Ibiapaba.

O exponencial ritmo de crescimento de complexos eólicos associado aos diversos relatos de impactos socioambientais torna os estudos acadêmicos nessa área indispensáveis, em especial quando se projeta uma expansão ainda maior de empreendimentos eólicos. Essa perspectiva expansionista fundamenta-se na ideia de que as matrizes renováveis são menos poluidoras e com menor impacto ambiental em relação a fontes não renováveis, tornando a “energia limpa” uma importante estratégia de fornecimento energético para atender as necessidades humanas.

O aspecto interdisciplinar do presente estudo aporta uma importante contribuição acadêmica na medida em que relaciona sociedade, economia e meio ambiente. No âmbito social, estudou-se os impactos nas comunidades tradicionais entendendo como a restrição de acesso à terra, as possíveis desarticulações de práticas culturais e os pretensos conflitos territoriais contribuindo, com isso, para a prática de justiça ambiental. No que se refere ao aspecto econômico, possibilitou entender as mudanças nas atividades locais como agricultura, pecuária e turismo ecológico, elementos que podem ser diretamente afetados pelo referido empreendimento. No aspecto ambiental permitiu inferir o impacto nos diferentes recursos naturais como córregos e áreas verdes. Adicionalmente, também possibilitou entender aspectos relacionados à geografia das paisagens e como a população percebeu a mudança em seu entorno (PINTO; MARTINS; PEREIRA, 2017).

Face ao exposto, busca-se responder à seguinte pergunta norteadora: quais impactos socioambientais ocorrem em decorrência da instalação e operação do Complexo Eólico Bons Ventos da Serra 2 (BVS2) na população diretamente afetada pelo empreendimento e como a comunidade percebe as mudanças geradas em seu território?

Para responder à referida questão de pesquisa tem-se como objetivo geral analisar a percepção de impacto socioambiental da população diretamente afetada pelo empreendimento

complexo eólico BVS2, em Ibiapina/CE. Como objetivos específicos buscar-se-á investigar os conflitos socioambientais gerados pela implantação de usinas eólicas, descrever os anseios dos diferentes atores sociais locais sobre a presença da usina eólica BVS2 e por fim analisar os impactos socioambientais gerados pelo empreendimento.

## 2 PERCURSO METODOLÓGICO

A elaboração da metodologia de pesquisa representa um importante passo no cumprimento dos objetivos traçados por qualquer trabalho científico. Gil (2008) entende que há diferentes categorias de estudo, a depender do objetivo, da abordagem e da natureza que o pesquisador se propõe. Há pesquisas que enfatizam uma abordagem metodológica de descrição objetiva e exata dos fenômenos estudados, denominado de quantitativa. Em geral essa abordagem busca validar ideias com técnicas matemáticas e estatísticas com o objetivo final de criar relações de causa e efeito.

As pesquisas de caráter qualitativo, por sua vez, buscam entender a subjetividade do sujeito, permitindo a inferência de fenômenos sociais e possibilitando o entendimento das múltiplas percepções de uma determinada comunidade. Geralmente uma análise documental, entrevistas e observações por parte do pesquisador representam a maioria das pesquisas com essa abordagem. Há, também, um modelo misto denominado quali/quant, que combina aspectos das duas formas anteriormente descritas e busca compensar as limitações dessas abordagens isoladas (GIL, 2008).

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo usou como estratégia central uma abordagem qualitativa ao realizar análise documental, tais como RIMA do empreendimento, legislações do estado do Ceará que norteiam os principais estímulos econômicos às usinas eólicas, estudo bibliográfico, e um estudo de caso para entender os impactos socioambientais na comunidade diretamente afetada pelo complexo eólico BVS2, essa estratégia possibilitou entender a percepção da população local sobre as especificidades do empreendimento. O modelo adotado justificou-se na necessidade de uma análise contextualizada que transcenda números e tecnicidades de estudos puramente quantitativos.

A análise documental, o estudo bibliográfico bem como as entrevistas com a comunidade possibilitou investigar os conflitos socioambientais tal qual os objetivos propostos. Para a descrição dos anseios dos diferentes atores sociais as entrevistas possibilitaram um maior entendimento da dinâmica local. Por fim, analisar os impactos socioambientais é um objetivo que será atingido com a junção dos dados obtidos por meio de documentos e entrevistas.

É possível classificar o presente estudo como exploratório e descritivo ao momento em que se propõe entender os impactos na vida da população diretamente afetada, fornecendo um quadro detalhado das percepções de mudanças geradas. O caráter exploratório deve-se ao fato da investigação de um fenômeno pouco estudado na comunidade local. Importante destacar que dado ao crescimento exponencial de empreendimentos como o BVS2, essa metodologia poderá inclusive servir como parâmetro

para futuros estudos de mitigação de impactos previstos em documentos como Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e RIMA. A classificação das pesquisas quanto aos objetivos pode possuir um caráter exploratório, ao se explorar um tema pouco estudado, modelos descritivos, cuja ideia é descrever uma determinada realidade em busca de hipotéticas relações de causa e efeito e explicativa, quando se propõe um aprofundamento dos fenômenos em estudo e uso de métodos experimentais como forma de validação de hipóteses (GIL, 2008).

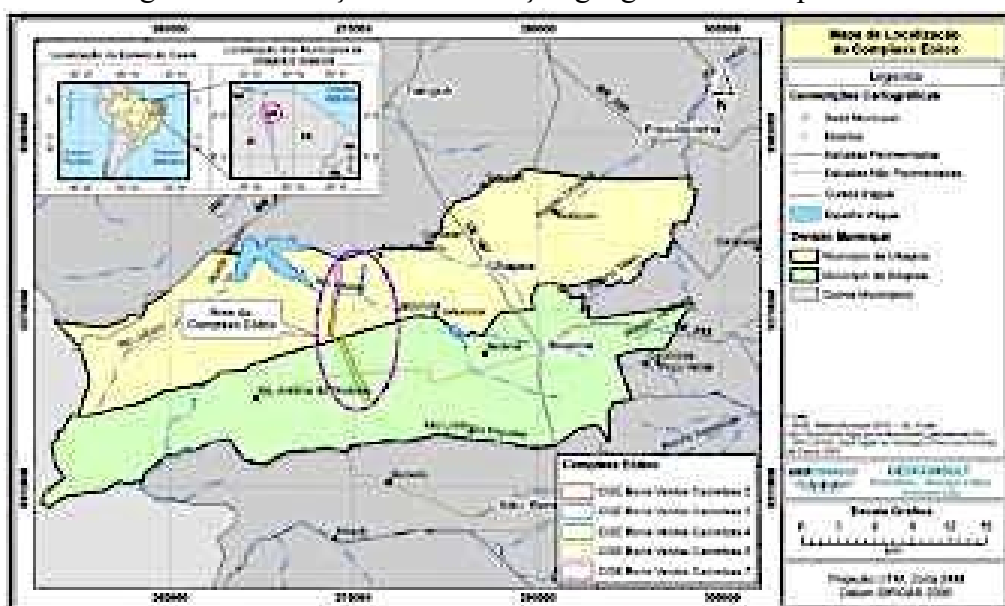
## 2.2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO ESTUDO

Com uma altitude que atinge 950 metros acima do nível do mar, a região da Ibiapaba, historicamente descrita como Serra Grande, é divisa dos Estados do Piauí e Ceará. A região protagoniza uma batalha jurídica entre as duas unidades da federação dado a sua importância cultural, identitária, econômica e principalmente energética. A região abrange os municípios cearenses de Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara, Ibiapina, São Benedito, Guaraciaba do Norte, Carnaubal e inúmeras comunidades rurais.

Conhecida pela sua rica biodiversidade e diversos empreendimentos de ecoturismo, a região abriga biomas de mata atlântica, cerrado e caatinga, se destacando pelo caráter turístico e por um cenário idílico de campos e florestas. A população da região em 2021 era de 366.874 habitantes, a nona região mais populosa do Ceará, com uma densidade demográfica de 64,14 hab/km<sup>2</sup>, representando a terceira maior do estado (CEARÁ, 2023).

Com uma população estimada em 24.649 pessoas e uma área territorial de 414,092 km<sup>2</sup>, o município cearense de Ibiapina se destaca por seu potencial eólico e pelo avanço de empreendimentos dessa natureza.

Figura 1 – Ilustração da localização geográfica do empreendimento BVS2.



Fonte: Sá (2015).

O estudo foi desenvolvido na zona rural do município de Ibiapina, local descrito pelo RIMA do complexo BVS2 como sede do empreendimento, especificamente entre a região das localidades de Jaburuna e Santo Antônio da Pindoba, conforme ilustra a Figura 1. Oportuno salientar que o RIMA foi elaborado por Sá, 2015.

Socioeconomicamente, a região de estudo congrega diversas famílias que praticam agricultura familiar por meio da produção de hortaliças e fruticultura. O açude Jaburu é responsável pelo fornecimento de água para as referidas atividades e frequentemente recebe turistas de todo o Brasil para a prática de trilhas e turismo sustentável. A região da Ibiapaba se destaca pela intensa atividade econômica e forte expansão de parques eólicos, devido à presença de constantes ventos propiciados por uma geografia especial. Em abril de 2023 o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA) aprovou a licença de instalação de um novo complexo eólico denominado Tianguá/Viçosa- Fase 2 (CEARÁ, 2023).

### 2.3 A POPULAÇÃO-ALVO

Foram entrevistados moradores da região que estivessem localizados em um raio de até três quilômetros do empreendimento, totalizando oito participantes de diferentes grupos sociais, incluindo agricultores, comerciantes locais e possíveis comunidades tradicionais. Para a seleção dos participantes adotou-se uma amostragem não probabilística e intencional, abrangendo a área apresentada na figura 2.

Figura 2 – Ilustração da distância entre o empreendimento BVS2 e as residências.



Fonte: Google Maps (2025)

O critério de inclusão foi residir na área de influência do complexo eólico antes, durante

e após a construção do empreendimento e representar um dos grupos citados. Excluiu-se do estudo as pessoas que não possuam nenhuma relação com o empreendimento. A imagem que se segue (figura 3) apresenta de maneira detalhada a distância entre o complexo eólico e as residências mais próximas, objeto de estudo do presente trabalho.

Figura 3 – Representação ampliada da região de estudo.



Fonte: Google Maps (2025)

## 2.4 COLETA DE DADOS

Foi realizada uma análise documental de registros oficiais e normativos que regulam o setor eólico em nível nacional e estadual. Também foi usado documentos como: relatórios, políticas públicas, legislação, estudos acadêmicos e publicações de órgãos reguladores.

A coleta de dados subjetivos foi realizada no período referente ao mês de junho de 2025 por meio de entrevistas gravadas e posteriormente transcritas. Essas entrevistas visavam traçar o perfil do entrevistado e aos diferentes grupos de estudo. Será questionado: nome, ocupação e tempo de residência no local, as percepções sobre os impactos ambientais (alteração no clima, ruído, mudanças na paisagem, mudança na fauna e flora), impactos socioeconômicos (benefícios ou malefícios econômicos, especulação imobiliária, impactos na agricultura e no comércio), relação com o empreendimento (contato com a empresa, processo de instalação, manutenção e operação, participação nas decisões do empreendimento) e percepções gerais (visão de passado, presente e futuro).

Referente ao procedimento de coleta, inicialmente foram selecionadas as comunidades

que participarão da pesquisa de maneira aleatória que estejam próximas aos aerogeradores. A família foi contactada para que o morador maior de idade possa participar, após este momento o participante foi informado quanto ao tempo de duração da entrevista, em média 20 minutos e os objetivos de pesquisa, explicitando os riscos e benefícios da participação. Em momento posterior, após o aceite de participação, foi apresentado o documento denominado termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e a coleta de assinatura, com cópia ao entrevistado. Ao decorrer da entrevista o participante foi estimulado a sentir-se à vontade para responder às indagações.

## 2.5 ANÁLISE DOS DADOS

A transcrição das entrevistas foi realizada de maneira manual. O texto obtido passou por múltiplas técnicas de análise para evidenciar padrões e estruturas lexicais, permitindo um entendimento mais detalhado das nuances do discurso. A tabela 1 apresenta as diferentes técnicas a serem aplicadas no discurso, bem como as definições e autores que os propõe. Foi usado o software de análise IRaMuTeQ® para a realização das diferentes técnicas.

Tabela 1 – Técnicas de análise de conteúdo e respectiva base teórica.

<b>Técnica</b>	<b>Autor</b>	<b>Definição</b>
Levantamento de frequência lexicais	Bardin (2011)	Número de vezes que a palavra se repete ao longo do discurso
Coocorrência de termos	Reinert (1983)	Palavras que frequentemente aparecem juntas em mesmo contexto.
Criação de nuvens de palavras	Reinert (1983)	Ilustração dos termos mais frequentes
Classificação Hierárquica Descendente (CHD)	Reinert (1983)	Técnica que permite o Agrupamento de discurso similar.

Fonte: próprio autor, 2025.

Caracterizada como uma destacada abordagem metodológica, a análise de discurso é uma importante ferramenta na compreensão de elementos da comunicação expressos por meio da palavra, levando em consideração nuances como: efeito de sentido da linguagem, ideologia e contexto histórico. Resta claro que essa metodologia entende linguagem como elemento não neutro, mas fruto de uma construção social e cultural que revela valores, posições sociais e principalmente relações de poder.

## 2.6 ASPECTOS ÉTICOS

O estudo seguiu as normas presentes na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Lei nº 13.709/2018, normativa que regulamenta o tratamento de dados em território nacional, garantindo anonimato de informações sensíveis, como o nome e endereço dos entrevistados. Os dados foram utilizados estritamente para fins científicos e será adotado codinomes na transcrição textual. Cada participante assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), documento que informou elementos importantes da pesquisa, como: objetivos metodologias e possíveis impactos da pesquisa (Apêndice B).

## 2.7 PRODUTO DE PESQUISA

Como produto do presente estudo foi elaborado um fotolivro, cujo título proposto é: Ventos da Ibiapaba, retratos de um território em transformação. O material de criação intelectual agregou os mais variados registros fotográficos do ambiente de pesquisa e palavras-chave de elementos caracterizadores da região. Buscou-se criar suporte visual para os sentimentos descritos no discurso, sensibilizando o leitor acerca da realidade da população, além de reforçar o aspecto identitário local.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A CRISE ENERGÉTICA NA SOCIEDADE E A ECONOMIA ECOLÓGICA

Etimologicamente a palavra “energia” deriva do grego *enérgεια*, significado que remonta à ideia de “força em movimento”, “trabalho” ou “atividade”. Esse conceito foi estudado por filósofos da Grécia Antiga para descrever a capacidade inata de um elemento em se transformar ou produzir algum efeito (MICHAELIS, 2025). O filósofo pré-socrático Heráclito passou a usar a palavra energia para descrever o fluxo constante de transformações presente na natureza. Esse conceito foi reformulado diversas vezes ao longo dos séculos, na Idade Média, por exemplo, adotou-se a palavra energia para relacioná-la à ideia de força vital, elemento presente nos seres responsável por conferir vida. A física moderna define energia como a capacidade de um dado elemento de realizar trabalho ou de produzir calor. Essa grandeza física não pode ser criada ou destruída, apenas transformada. A ideia anteriormente descrita constitui a Lei da Conservação da Energia e representa o pilar da termodinâmica, ciência que estuda a energia e suas transformações (MARK, 2020).

A energia denominada elétrica também tem sua origem etimológica atribuída aos gregos. O termo “*elektron*” significa âmbar, um tipo de resina de origem fóssil que quando friccionada gerava pequenas fagulhas (MICHAELIS, 2025b). O filósofo Tales de Mileto (624-546 a.C.) percebeu que os corpos energizados poderiam atrair ainda que de maneira fraca pequenos objetos. Alguns séculos depois, especificamente 2.000 a.C., foi criado o primeiro artefato usado como fonte primitiva de eletricidade, chamada de bateria de Bagdá. Esse invento contrariou a ideia proposta pelo filósofo Heráclito, pois esse descrevia a energia como fluxo e a bateria de Bagdá era capaz de armazená-la. Benjamin Franklin já no século XVIII realizou diversos experimentos com raios e demonstrou que a eletricidade também estava presente nos mais variados fenômenos de origem natural (TONIDANDEL; ARAÚJO; BOAVENTURA, 2018).

O físico britânico Michael Faraday (1791-1867) revolucionou o mundo ao desenvolver uma técnica chamada de indução eletromagnética, responsável por transformar a energia mecânica em elétrica, possibilitando a criação futura de estratégias cada vez mais eficiente de se criar eletricidade. Em paralelo, ao crescente interesse científico de se entender a energia e seus desdobramentos, Humphry Davy em 1802 criou a lâmpada de arco voltaico, engenhoca responsável por produzir uma curta, mas intensa luz. Foi Thomas Edson em 1879 que desenvolveu meios de tornar comercializável a luz elétrica, usando um filamento de carbono dentro de um tubo de vidro a vácuo (TONIDANDEL; ARAÚJO; BOAVENTURA, 2018).

Em um cenário de crescente demanda por energia na medida em que essa se torna a base para o funcionamento das mais variadas máquinas desenvolvidas e aperfeiçoadas por criativos inventores, a sociedade tem um enorme desafio: desenvolver estratégias de geração e distribuição de energia elétrica que possibilitem a cada cidadão usufruir dos benefícios da eletricidade. Nesse contexto é oportuno citar o episódio conhecido pela historiografia como a batalha das correntes, contexto em que a cidade estadunidense de Nova Iorque protagonizou uma das maiores batalhas da sociedade Moderna: a tecnologia mais eficaz de distribuição elétrica.

Thomas Edison além de aperfeiçoar a lâmpada criou uma forma de transmissão de energia elétrica denominada Corrente Contínua (CC) nessa estratégia a corrente elétrica flui em um único sentido. Para ser distribuída a CC demandava geradores e subestações próximas do consumidor, pois essa modalidade de transmissão é ineficiente se realizada por longas distâncias. Essa forma, portanto, demanda uma complexa infraestrutura. Em oposição a essa estratégia Nikola Tesla desenvolve uma técnica denominada Corrente Alternada (CA), método em que a corrente elétrica oscila sua direção várias vezes, possibilitando a transmissão de energia a longas distâncias, reduzindo a necessidade de subestações e os sucessivos custos de infraestrutura (JONNES, 2003).

A Batalha das Correntes ocorreu entre 1880 e 1890, e nesse período foram realizadas campanhas de desinformação por Thomas Edison. O inventor percebeu que a CA era tecnologicamente melhor que a CC e resolveu criar uma estratégia de medo e histeria coletiva para popularizar a CC. Seu objetivo era ganhar contratos de fornecimento de energia elétrica. Edison em exposições à população costumava electrocutar diversos animais nas praças públicas para provar os hipotéticos perigos da CA. A Batalha pública terminou em 1893 na Exposição Mundial de Chicago, contexto em que Tesla usou a CA para iluminar o local e demonstrou sua viabilidade. Em 1895 a CA passou a ser usada na distribuição de energia da Usina Hidrelétrica de Niagara Falls, evidenciando sua superioridade na transmissão de energia elétrica a larga distância (JONNES, 2003).

O aperfeiçoamento da modalidade de transmissão representou mais um avanço na popularização do uso da energia elétrica. Ainda que diversos fatores contextualize o *boom* energético do século XX, é oportuno destacar que essa expansão se consolidou a partir do petróleo como principal insumo na geração de energia elétrica de grandes potências globais. O uso desse insumo gera subprodutos que impactam de maneira negativa o funcionamento de sistemas ecológicos, podendo encaminhar a sociedade à um ponto de não retorno e sucessivamente ao colapso de elementos indispensáveis à vida (FARLEY; DALY, 2008).

A vida na Terra em sua definição mais ampla segue princípios básicos, demandando o correto funcionamento de intrincados e sensíveis elementos ecossistêmicos de suporte, tais como produção de oxigênio, produção de matéria orgânica e correto funcionamento do ciclo da água. Secas extremas, ciclones de intensidade dantesca, frio glacial e calor extremo são fenômenos outrora raros, atualmente rotineiro que preocupam a comunidade científica ao pôr em risco o funcionamento de uma complexa teia natural que possibilita a subsistência dos mais variados sistemas vivos (FARLEY; DALY, 2008).

Para além dos suportes básicos os seres humanos necessitam de recursos naturais como fonte de matéria prima para a produção de insumos e atividades básicas, como a geração de energia. Portanto, é indispensável uma dinâmica equilibrada entre os seres humanos e o meio natural, tendo em vista a finitude de alguns elementos e o possível colapso de estruturas mantenedoras da vida (GEORGESCU-ROEGEN, 1976).

O funcionamento dos sistemas naturais segue um padrão amplamente discutido pela denominada lei da termodinâmica. Esse princípio caracteriza em sua segunda lei que em qualquer transformação energética, parte da energia é dissipada na forma de calor e a desordem de qualquer sistema tende a aumentar, portanto a entropia (desordem) é uma constante nos mais variados sistemas.

Com base nesse pressuposto não é possível a realização de um trabalho completamente eficiente, pois sempre haverá perdas. Essa discussão é relevante na medida em que é preciso levar em consideração o sistema Terra como entrópico, que consome recursos de baixa entropia (elevada qualidade) e os transforma em alta entropia (baixa qualidade). Adicionalmente, convém destacar que a terra é um sistema fechado no que se refere a matéria, portanto nada é capaz de entrar ou sair, restando claro que a terra é um sistema finito tanto na geração de recursos de baixa entropia, quanto no armazenamento de resíduos (elevada entropia) (GEORGESCU-ROEGEN, 1976).

A economia se insere neste contexto como ramo da ciência que estuda a produção, distribuição e consumo de recursos que, por definição escassos, devem ser usados de modo a maximizar o bem-estar da sociedade. Esse campo de estudo abrange diversas formas teóricas, como a Economia Neoclássica (ENC). Essa corrente de pensamento econômico surgiu no final do século XIX, tendo como premissa básica a ideia de que os agentes econômicos são completamente racionais, detentores de informação e que as usam de maneira lógica, adotando comportamentos que visam otimizar a utilidade de um dado objeto e a minimização de esforços para obtê-lo (GEORGESCU-ROEGEN, 1976).

Com base nessa dinâmica, o bem-estar humano depende exclusivamente do que as

peessoas buscam a nível de bens e serviços, partindo do princípio da insaciabilidade humana de consumo e assumindo que esse bem-estar é elevado de maneira diretamente proporcional à uma maior provisão de bens e serviços, desprezando-se tudo aquilo que não pode ser comercializado em uma estrutura que a ENC denomina mercado. Farley e Daly (2008) discordam da lógica apresentada pela ENC.

Se durante a maior parte da existência humana a propriedade privada e a acumulação de Riqueza eram impraticáveis e ausentes da sociedade humana, é difícil argumentar que estas características são inerentes à natureza humana em vez de artefactos culturais (FARLEY; DALY, 2008)

A ENC dá ênfase à mecanismos de atribuição, ou seja, formas de se distribuir de maneira “perfeita” os recursos para a produção de determinados bens e serviços, definindo áreas prioritárias e excluindo determinados agentes. O mercado, no prisma de ENC é uma entidade de atribuição ótima, pois segue a atribuição eficiente de Pareto, contexto em que nenhuma outra atribuição de recurso poderia melhorar a situação econômica de uma pessoa sem piorar a de outra (FARLEY; DALY, 2008).

Definido como um subconjunto da ENC e encarado como uma perspectiva disruptiva, a denominada Economia Ecológica estuda o tripé: sociedade, economia e meio ambiente, buscando um equilíbrio entre esses elementos de modo a perpetuar o funcionamento da vida e seus mecanismos de sustentação. Essa forma de pensamento aponta que de nada adianta uma ótima atribuição de recurso se o objetivo final for negativo. A eficiência só é elemento importante se os fins forem positivos (GEORGESCU-ROEGEN, 1976).

Farley e Daly (2008) usam a metáfora de um navio para ilustrar que o conceito de eficiência é inútil para fins nefastos. Argumenta o autor.

Carregar um navio eficientemente é garantir que o peso em ambos os lados da quilha é o mesmo e que a carga é distribuída da proa para ré de forma a que o navio flutua e de maneira equilibrada. Apesar de ser extremamente importante pôr a carga a bordo que forma eficaz, é mais importante garantir que não é posta demasiada carga no navio. Não serve de grande consolo saber que um navio com excesso de carga se afunda de forma eficiente (FARLEY; DALY, 2008).

Para a economia ecológica o mercado é um elemento necessário, porém não revela todos os anseios dos seres humanos e é incapaz de atribuir de maneira eficaz serviços ecossistêmicos indispensáveis ao funcionamento da vida. É importante citar que a Terra é encarada pela ENC como parte da economia, figurando essa como um elemento maior que o sistema físico Terra. A Economia Ecológica discorda dessa ideia entendendo a economia como parte de um todo maior que sustenta a vida e seus recursos naturais, a Terra. Essa por sua vez, é um sistema finito, que não cresce, é notadamente limitado, sendo aberto somente à recepção de energia solar

(GEORGESCU-ROEGEN, 1976).

### **3.1.1 A energia elétrica na adaptação humana na Terra**

A capacidade inventiva do ser humano é um dos elementos que o diferenciam dos outros seres vivos, permitindo a sua adaptação e sucessivas sobrevivência ao dominar o ambiente em uma escala evolutiva. Os homínidos, no período denominado paleolítico, desenvolveram ferramentas rudimentares de pedra para facilitar o seu cotidiano de caça e manipulação da carne. O fogo também faz parte de uma complexa estratégia de facilitar a vida e seus processos, pois foi usado para cozinhar os alimentos e facilitar a sua digestão. No período neolítico os seres humanos desenvolveram ferramentas mais elaboradas para possibilitar a sua subsistência através da agricultura. Foram desenvolvidos sistemas de irrigação, locais de armazenamento de grãos, arado e estratégias sociais de especialização do trabalho (STOUT, 2011).

A era denominada pré-industrial, nomenclatura que classifica o período anterior a revolução industrial, ficou conhecida como a primeira e mais rudimentar revolução energética. O elemento de destaque foi o fogo, utilizado pelo ser humano para a proteção de predadores, para cozinhar alimentos e para se aquecer, gerando uma melhor adaptação evolutiva e possibilitando uma maior segurança para a tribo, além de tornar a dieta mais nutritiva e facilmente aproveitada pelo aparato biológico humano (FARIAS; SELITTO, 2011).

A queima de biomassa, principalmente advinda de madeiras e carvão vegetal era a base da manutenção do fogo em um período da trajetória humana que se destaca pelo uso da força animal e hidráulica no auxílio da agricultura, prática que deu origem ao período neolítico. As técnicas rudimentares da época associado à uma baixa eficiência energética promovia um reduzido impacto ambiental e limitavam o crescimento da sociedade (MUÑOZ *et al.*, 2022).

A Revolução Industrial representou um grande avanço na trajetória de adaptação humana na Terra. A invenção da máquina a vapor deu início à uma Era em que a mão de obra humana foi substituída por instrumentos capazes de realizar as mais diversas atividades, aumentando a produtividade e possibilitando uma maior padronização da produção. Esse período de transformações impactou não somente a indústria, mas também o transporte e a urbanização. O surgimento de ferrovias e navios a vapor estabeleceram a base da globalização como a conhecemos hoje (FARIAS; SELITTO, 2011).

A mecanização da produção substituiu o artesanal pelo fabril, ensejando mudanças no padrão de consumo global, na medida em que a produção em larga escala reduziu os preços, tornando os bens de consumo mais acessíveis as pessoas. Esse ciclo, em teoria, virtuoso, gerou uma expansão de grandes cidades industriais e um intenso processo de urbanização na cidade

berço dessa revolução: Manchester, na Inglaterra do século XVIII (HUBERMAN, 1986)

Para além do pretense ciclo virtuoso, a Revolução Industrial ensejou novos desafios. A produção fabril demanda vultuosas quantidades de matéria prima, frequentemente advindas da exploração de territórios como África, América Latina e Ásia, criando o que ficou conhecido na historiografia como: colonização. É oportuno salientar que esse momento foi marcado por uma condição precária nas relações de trabalho, com jornadas de até 16 horas diárias em seis dias por semana. Nesse período, era comum crianças de 5 a 10 anos trabalharem à exaustão, principalmente em minas de carvão, pois seus pequenos corpos os permitiam penetrar pelos mais diminutos espaços e operar máquinas (FARIAS; SELBITTO, 2011).

A manutenção de imponentes engenhocas a vapor demandava a queima de toneladas de carvão, acarretando níveis inéditos de poluição atmosférica decorrente da ejeção de uma espessa fumaça preta, que por sua vez era inalada pela crescente população da cidade. Essa névoa tóxica gerou doenças respiratórias não somente nos trabalhadores, mas na população em geral, conferindo à cidade de Manchester a alcunha de cidade negra.

A supressão vegetal também avançou, pois, a madeira era usada como base energética. Nesse período ocorreu o intrigante caso da mariposa *biston betularia*. Antes da revolução industrial as borboletas de coloração clara existiam em maior número, uma vez que sua cor funcionava como camuflagem em troncos de árvores cobertos por líquens de coloração também clara. Durante a revolução industrial e a intensa liberação de uma fuligem escura, os líquens chegaram a desaparecer e os troncos ficaram cada vez mais escuros, tornando as borboletas de coloração clara mais visível há predadores, enquanto as de coloração mais escura passaram a ter uma vantagem adaptativa. Esse caso ilustra o crescente impacto das ações antrópicas na dinâmica ecossistêmica (BARAVALLE, 2015).

A denominada era da eletrificação marca o período da substituição do uso da máquina a vapor por motores elétricos para a realização das mais variadas atividades humanas, a queima de carvão e madeira como base energética tornou-se problemática, não somente pelos impactos ambientais decorrentes do seu uso, mas também pela dificuldade de transporte, armazenamento e pelo seu limitado poder calorífico. O petróleo emerge nesse contexto como a fonte mais viável para manter em funcionamento complexas máquinas elétricas (SACHS, 2005).

### **3.1.2 O mundo moderno e a eletricidade**

A popularização da luz, principal criação que ensejou a crescente dependência energética, gerou profundas transformações no modo de vida da sociedade, iluminando as noites e possibilitando uma maior produtividade. As transformações foram tão intensas que

estudos, como o de Navara e Nelson (2007) apontam para mudanças biológicas causadas pela luz e suas repercussões hormonais em seres humanos. Para além dos impactos gerados pela invenção desse aparato, é oportuno citar que a eletricidade é a base da vida moderna. Na sociedade contemporânea desenvolveu-se diversos instrumentos que possibilitam uma satisfatória adaptação humana, tornando habitável até os mais inóspitos rincões terrestres. A expansão adaptativa dos seres humanos em regiões desérticas como Las Vegas e Dubai são exemplos concretos do avanço tecnológico. Há que se salientar, porém a relação de equilíbrio entre ganhos e perdas, pois é possível morar no deserto, no entanto é uma prática onerosa financeiramente (DREW, 1983).

A ampla maioria dos instrumentos desenvolvidos dependem de eletricidade para fazer funcionar circuitos elétricos que compõe a base tecnológica atual. Instrumentos eletrodomésticos, como fogões, geladeiras, microondas e máquinas de lavar dão suporte as atividades domésticas, facilitando o cotidiano de milhões de famílias. A comunicação, seja ela civil ou militar, também depende da eletricidade, os aparelhos denominados computadores, celulares, satélites e torres de comunicação realizam bilhões de cálculos complexos, culminando na troca de informações de maneira instantânea, independentemente do local em que o indivíduo se encontre. Esses instrumentos possibilitam a realização de atividades sensíveis, como: segurança pública, defesa nacional, manutenção do sistema financeiro global, logística e manutenção da cadeia de suprimentos alimentares, além das mais variadas áreas que a imaginação humana consegue dispor, tornando a eletricidade intrínseca ao funcionamento da sociedade moderna (ABRAHÃO; SOUZA, 2021).

Convém citar que energia elétrica também é indispensável para atividades de suporte a vida, como respiradores, monitores cardíacos, desfibriladores, bombas de infusão, aparelhos de diagnóstico por imagem, métodos de análises clínicas, produção de fármacos, gestão de emergência, transportes médicos e uma infinidade de instrumentos (ABRAHÃO; SOUZA, 2021). A importância da eletricidade para as atividades mais básicas da humanidade é estudada por diversos autores, há inclusive estudos que relacionam o consumo de energia ao desenvolvimento socioeconômico, apontando que cada País possui demandas estratégicas que devem ser atingidas para se proporcionar o mínimo de bem-estar social (CARVALHO, 2014).

Velloso (2002) restringe o espectro de estudo e discorre sobre os impactos da disseminação da eletricidade na dinâmica social brasileira de 1880, ressaltando que a iluminação elétrica modernizou as cidades e propiciou a realização de atividades noturnas, além de possibilitar a melhoria da higiene e o conforto à sociedade da época, inclusive com um aumento na expectativa de vida.

## 3.2 FONTES DE ENERGIA E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

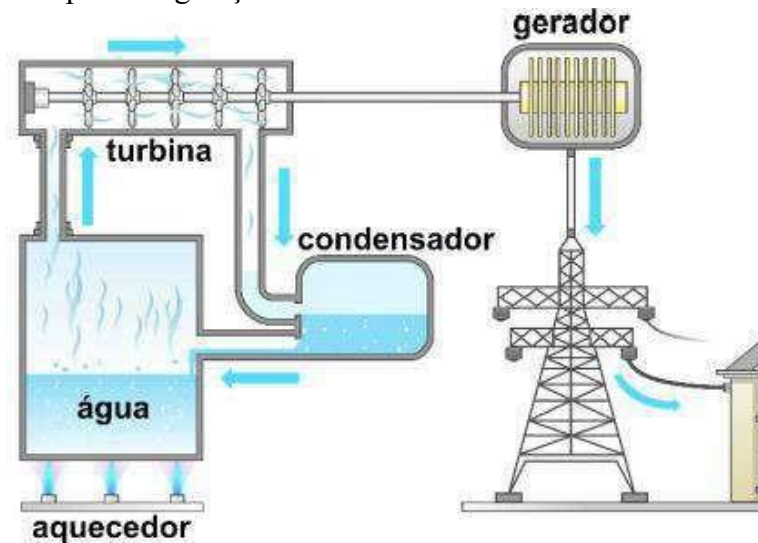
Resta claro que a eletricidade é um elemento indispensável à dinâmica da sociedade moderna, partindo desse pressuposto, convém discutir as diversas formas de geração e suas peculiaridades. A economia pode auxiliar nessa discussão, na medida em que apresenta a ideia de *trade-off*, condição em que toda escolha envolve benefícios e custos, os quais o tomador de decisão deve considerá-los de modo a reduzir as externalidades negativas, por sua vez caracterizada como efeitos colaterais absorvidos por terceiros que não estão envolvidos diretamente na ação. Com base nesses preceitos, pode-se categorizar os diferentes modos de produção elétrica com seus respectivos impactos a depender da matéria-prima envolvida (ROSSETTI, 2016)

### 3.2.1 Fontes de energia não-renovável

As denominadas energias não renováveis são aquelas que usam uma matéria prima que se esgota com o uso, demandando milhões de anos para serem repostas naturalmente, portanto pode-se afirmar que elas não se regeneram em uma escala de tempo humana. Essa fonte foi historicamente importante nos diferentes momentos de adaptação humana na Terra (CARVALHO, 2014).

Alguns elementos podem ser classificados como fonte não renovável, destaca-se o carvão, o petróleo, o gás natural, o xisto betuminoso, o urânio e o tório. Esses são usados seguindo a mesma ideia central que se resume em usar uma dessas matérias-primas para gerar calor e aquecer uma grande quantidade de água até seu ponto de ebulição. A água, ao atingir sua forma gasosa faz girar uma engrenagem que transforma sua energia cinética (movimento) em energia elétrica, tal qual Michael Faraday propôs em sua teoria de indução eletromagnética (CARVALHO, 2014).

Figura 4 – Princípio de geração elétrica de matrizes não renováveis.



Fonte: <https://shre.ink/M6s1>

Uma das principais fontes de energia usada no mundo, o carvão mineral, tem sua origem decorrente da decomposição de matéria orgânica armazenada sob altíssima pressão por milhões de anos. É classificado como uma rocha sedimentar de coloração escura e para ser removido de seu reservatório natural é necessário o uso de equipamentos pesados como caminhão e escavadeiras, além de avançadas técnicas de mineração. O processo de remoção gera inúmeros impactos ambientais tais como afundamento de solo, risco de explosões não planejadas, desabamentos, acúmulo de gás metano, liberação de materiais particulados na atmosfera e severo impacto à fauna e flora local. O processamento e sucessivo transporte do carvão mineral produz toneladas de resíduos sólidos, rejeitos que podem contaminar lençóis freáticos e liberação de gases de efeito estufa (BALESTIERI, 2020).

De aspecto viscoso, escuro e altamente inflamável, o petróleo é resultado da decomposição de matéria orgânica, que à semelhança do carvão mineral, também é formado sob altíssima pressão e temperatura. Pode ser encontrado em terra ou submerso há milhares de metros do leito oceânico, demandando colossais plataformas para a sua remoção. Após essa extração, pode-se criar diversos subprodutos à base de petróleo, como: gasolina, usada como combustível para a maioria dos automóveis; querosene, usado na aviação; diesel, usado em motores de caminhões; gás liquefeito de petróleo, usado como gás de cozinha, asfalto e plásticos em geral. Para o fracionamento nas diversas partes citadas, é demandada complexas usinas petroquímicas. Essa matéria prima além de ser finita e não renovável, também é apontada como uma das principais responsáveis pela liberação de toneladas de CO<sub>2</sub>, enxofre e óxidos em geral,

além de representar riscos de acidentes ambientais, como derramamentos de petróleo em águas oceânicas (PEYERL, 2017).

O denominado gás natural, obtido através da decomposição da matéria orgânica é composto principalmente por metano, frequentemente encontrados em reservatórios de petróleo. Com um aspecto incolor e sem cheiro, esse elemento é usado como combustível para veículos, geração de eletricidade em usinas termelétricas, gás de cozinha e na indústria petroquímica. Por possuir um caráter explosivo e inflamável é necessária complexa infraestrutura de armazenamento e transporte (PEYERL, 2017).

O xisto betuminoso é uma rocha segmentar que possui um elemento químico denominado querogênio, elemento orgânico que, ao aquecido, transforma-se em óleo e gás, com uma menor qualidade, se comparada ao petróleo. De aspecto sólido e demandando complexas técnicas de extração e tratamento, esse método de geração energética apresenta um alto impacto ambiental por devido o elevado consumo de água e uma mineração destrutiva, elevadas emissões de poluentes como o CO<sub>2</sub>, processamento caro e complexo, além de apresentar baixa e eficiência energética (LANA, 2009).

A Energia Nuclear é uma estratégia que utiliza a fissão nuclear (divisão do núcleo atômico) de elementos químicos radioativos, como o urânio e o tório. Ao se dividirem, em um ambiente controlado denominado reator nuclear, os átomos liberam grande quantidade de calor, vaporizando a água líquida e movimentando geradores elétricos. Além de um alto custo na construção e manutenção dos equipamentos, há o risco de acidentes nucleares e a geração de resíduos radioativos que demandam um armazenamento por milhares de anos (LANA, 2009).

### **3.2.2 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA**

Diversos elementos ensejaram um período que se convencionou chamar de transição energética, momento em que se observou por parte da comunidade global que os impactos ambientais proporcionados pelo uso de uma matriz energética não renovável podem encaminhar a vida na terra há um ponto de não retorno, pondo em risco o funcionamento da vida na terra.

A ejeção de GEE, como o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e gases industriais em geral, quando presente em excesso na atmosfera terrestre tem o poder de reduzir a reflexão da luz solar para fora do planeta, tal qual uma estufa, elevando a níveis inaceitáveis a temperatura na Terra. Esse efeito decorre principalmente da queima de combustíveis fósseis, além de atividades como agropecuária e desmatamento. Esse processo proporciona um aumento anormal das temperaturas médias globais, também está relacionado com o aumento da

acidificação oceânica, pois absorção de CO<sub>2</sub> ocorre principalmente nos mares, impactando os mais variados ecossistemas marinhos (IPCC, 2021).

Dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresentam um cenário alarmante: a concentração de dióxido de carbono atingiu 410 partes por milhão (ppm) em 2019, maior valor dos últimos dois milhões de anos (IPCC, 2021). Entre 2011 e 2020, a temperatura média global foi 1,1°C superior aos níveis pré-industriais. O ano de 2024 foi o mais quente da história, 1,6°C mais quente que 2023 (RIPPLE *et al.*, 2023). A nível oceânico, houve um aumento de 1,37°C desde a era pré-industrial, acelerando o de branqueamento dos corais, fenômeno no qual a acidez das águas gera estresse térmico e sua sucessiva morte, gerando como consequência a perda da biodiversidade marinha e um efeito em cascata que pode colapsar a cadeia alimentar marinha (HANS-OTTO PÖRTNER, 2019).

Um outro aspecto relevante é a velocidade da mudança que o desenvolvimento das tecnologias gera à sociedade na era pré-industrial. As mudanças ocorriam de maneira lenta e entre gerações, pontuais adaptações demoravam décadas para surgir. No período pós-revolução industrial as mudanças aceleraram de tal modo a percebemos transformações drásticas em um tempo de escala humana, ensejando adaptações seja a nível institucional e/ou cultural, a fim de responder à uma realidade constantemente mutável (SPOSITO, 2015).

A poluição atmosférica decorrente da liberação de elementos químicos advindos das fontes de energias não renováveis acentua o efeito estufa, podendo causar o fenômeno de chuva ácida. Nele, os elementos químicos ejetados interagem com as nuvens formando compostos tóxicos e ácidos que, ao se condensar na forma de chuva, geram queimaduras na pele e danos estruturais em construções. Também se observa um forte impacto na Saúde Pública, à medida que doenças respiratórias crônicas, cardiovasculares e cânceres em geral tornam-se cada vez mais frequente (RIGOTTO, 2021). É importante citar que as emissões de GEE, em especial CO<sub>2</sub> feitas pelo setor energético respondem por cerca de 76% das emissões totais geradas pela humanidade (FRIEDRICH; GE; PICKENS, 2023).

O risco de acidentes na remoção e transporte de elementos como o petróleo também merece destaque, a exemplo do vazamento de óleo no Nordeste brasileiro ocorrido em 2019, evento em que foi detectado manchas de óleo cru que se espalharam por 2.250km da Costa, atingindo 11 Estados, contaminando mais de 1.000 localidades e ocasionando o maior desastre ambiental litorâneo brasileiro. Além dos danos nos ecossistemas marinhos, causados por uma espessa camada de óleo na água, é importante agregar os impactos na saúde humana e na economia local. Peritos da Polícia Federal estimam que os danos econômicos e ambientais ultrapassaram 520 milhões de reais (FOLHA DE SÃO PAULO, 2022).

O caráter geopolítico também influencia o debate sobre matrizes energéticas não renováveis, pois países do Oriente Médio, a Rússia e a Venezuela detêm a maior concentração de campos de petróleo do mundo, ditando normas de fornecimento e obtendo vultuosos recursos financeiros. Essa realidade gera vulnerabilidade energética em determinados Países, podendo impactar inclusive sua segurança nacional. Diversas guerras foram iniciadas tendo o petróleo como causa, a principal delas foi a Guerra do Golfo em 1990, na qual Saddam Hussein invadiu o Kuwait para controlar importantes campos de petróleo, gerando intervenção direta em uma coalizão liderada pelos Estados Unidos da América (EUA) (ARRAES, 2004).

### 3.2.3 Fontes de energia renováveis

Advindas de elementos naturais que se renovam, a matriz energética renovável vem se destacando no cenário global como fonte de menor impacto ambiental e reduzido índice de liberação de gases tóxicos. Essa estratégia consiste em usar elementos como a luz solar, o fluxo de água e vento, o movimento das marés e a eletrólise de elementos químicos para fazer girar turbinas e, por fim, gerar eletricidade seguindo o princípio de indução eletromagnética de Michael Faraday (RODRIGUES; LIRA; SOUSA NETO, 2020).

A energia solar é uma estratégia que utiliza o poder calorífico do sol através da liberação de radiação solar e a converte em energia elétrica por meio de módulos fotovoltaicos. Há também a estratégia heliotérmica, em que são usados espelhos para concentrar a radiação solar em um único ponto focal, aquecendo um fluido que será transformado em vapor e fará girar turbinas. Essa forma de produção elétrica não produz CO<sub>2</sub> durante a operação e possui caráter inesgotável, baixo custo de manutenção e pode levar eletricidade às áreas isoladas, sem acesso à rede elétrica. O aspecto desfavorável está na necessidade de armazenamento da energia produzida, na dependência da disponibilidade de luz solar e na produção dos painéis fotovoltaicos que dependem de metais pesados como cádmio e silício (LIMA *et al.*, 2020).

A geração hidroelétrica, por sua vez, utiliza o fluxo de recursos hídricos para gerar eletricidade. Esse método aproveita o potencial hidráulico de extensos corpos hídricos. Fisicamente, uma usina hidrelétrica atua convertendo energia potencial e cinética da água em energia mecânica que será transformada em energia elétrica por meio de turbinas de indução eletromagnética (ANEEL, 2020).

Historicamente, relata-se registros de barragens há pelo menos 5.000 anos, diferentes civilizações, tais como os egípcios, indianos, persas e mesopotâmios utilizavam a água como força motriz para a moagem de grãos e irrigação de complexos canais, percorrendo as mais variadas engenhocas rudimentares para realizar trabalho (PEREIRA, 2016).

Os romanos, ainda no século I a.C., já possuíam dispositivos que utilizavam uma roda para se valer da ação direta do jato de água e distribuir elevadas quantidades de água por quilométricos ductos que rasgavam as principais cidades do Império. As rodas passaram a ser usadas para alimentar fábricas têxteis ao final do século XVIII, onde estima-se haver 10.000 rodas d'água em pleno funcionamento na Inglaterra. Já no século XIX a tecnologia possibilitou a conversão de energia mecânica em elétrica, e os moinhos passaram a ser construídos visando a produção direta de energia a potência das primeiras usinas estavam limitadas a 100 KW de potência (PEREIRA, 2016).

Primeira hidrelétrica do mundo surge em 1882, conhecida como *Vulcan Street Plant*. Essa central geradora possuía uma queda d'água de 10 pés, sendo capaz de acender a 250 lâmpadas, cada uma equivalendo a 50 watts. A estrutura foi criada para atender a clientes privados e comerciais da cidade de Appleton, Wisconsin, EUA (ETHW, 2025).

Em território brasileiro a primeira usina hidrelétrica a operar remota os anos de 1883, construída na cidade de Diamantina-MG, em um dos muitos afluentes do Rio Jequitinhonha, em uma região conhecida como Ribeirão do Inferno. A instalação possui uma queda de 5 metros e usava 2 dínamos para movimentar bombas da água e abastecer a referida cidade que também possuía uma linha de transmissão de 2 quilômetros de extensão (MARCOLIN, 2015).

Posteriormente, muitas outras usinas hidrelétricas se somaram a matriz energética brasileira, merecendo destaque a usina binacional de Itaipu, localizada entre o Brasil e Paraguai a referida usina possui a segunda maior potência instalada do planeta, atingindo 14.000MW. O Brasil também possui outras cinco usinas hidrelétricas no ranking das 20 maiores do mundo. Para gerenciar uma matriz energética cada vez mais complexa, surge em 1996 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e dois anos depois o Operador Nacional do Sistema (ONS), órgãos relacionados a administração e infraestrutura energética brasileira (PEREIRA, 2016).

Há dois tipos principais de usinas hidroelétricas, as denominadas usinas com reservatório, que demandam complexas estruturas de represamento da água. Essa estratégia permite controlar o fluxo de água para geração estratégica de energia elétrica de acordo com a demanda. As do tipo fio d'água possuem um reservatório limitado, pois sua estratégia principal é utilizar o fluxo natural do corpo hídrico, a produção elétrica está condicionada à vazão local, oscilando entre períodos de seca e cheia (BERMANN, 2007).

As usinas do tipo reservatório são apontadas como empreendimentos de alto impacto ambiental, pois ocasionam a inundação de extensas áreas, supressão vegetal e animal, além de emissão de gases de efeito estufa, pois a decomposição de toneladas que matéria orgânica

submersa gera a liberação de gás metano. As usinas do tipo fio d'água apresentam um reduzido custo de instalação e um menor impacto ambiental, porém é de menor confiabilidade, na medida em que está exposta a todo tipo de flutuação ambiental decorrente da disponibilidade hídrica local (BERMANN, 2007).

As usinas denominadas geotérmicas valem-se do calor de estruturas rochosas para gerar eletricidade. O vapor ou mesmo a água quente funciona como elemento de força motriz para girar turbinas estrategicamente interligadas a geradores elétricos. Essa forma de geração completamente renovável e com a emissão nula de GEE, possui uma geração elétrica contínua e tem potencial de abastecimento em residências de pequeno porte, porém apresenta elevado custo de perfuração e a localização é restrita a regiões geotérmicas (ARBOIT, 2017).

Possuindo como princípio básico a eletrólise da água, a técnica modernamente conhecida como Hidrogênio Verde é assim denominada devido à classificação do hidrogênio, feita por cores. O hidrogênio cinza é produzido tendo como base o gás natural e gerando emissão de CO<sub>2</sub>. O hidrogênio azul é semelhante ao tipo anterior, porém a técnica possui tecnologias que permitem a captura e armazenamento de carbono. Por fim, a técnica de hidrogênio verde, gerada por eletrólise, é capaz de alimentar fontes renováveis e não produz nenhum tipo de emissão gasosa (CH2V, 2019)

#### **3.2.4 A energia eólica**

Mitologicamente, a fonte energética proveniente dos ventos recebe o nome do Deus grego Éolo, divindade conhecida como o guardião dos ventos. Residente em uma ilha flutuante denominada Eólia. A referida divindade recebeu de Zeus, Deus dos Deuses, a incumbência de controlar os ventos, liberando-os ou aprisionando-os conforme sua conveniência. Na literatura, Homero em sua obra *Odisséia*, descreve que o Deus Éolo concede a Ulisses uma caixa com todos os ventos contrários, proporcionando um navegar tranquilo, realidade que se transforma quando os marinheiros libertam os ventos dessa caixa e gera o desvio no curso da embarcação, proporcionando caos e trevas no curso da navegação. Essa curta história ilustra que os ventos, no imaginário grego, podem atuar como uma força que impulsiona ou desafia (GRIMAL, 1993).

Se outrora a humanidade dependia de Deuses para aproveitar a potência dos ventos e para conviver com fenômenos naturais de maneira harmônica, atualmente a ciência e a tecnologia materializaram esse poder, até então atribuído a seres fantásticos, na forma de avançados maquinários cujo funcionamento e eficiência se aperfeiçoam a cada instante. A energia cinética dos ventos é usada há vários séculos antes de Cristo como forma de produzir

trabalho. Uma das primeiras estruturas relatadas com esta finalidade foi batizada de moinho de vento com eixo vertical, descoberta em fronteiras persas-afegãs. Essa máquina rudimentar foi usada para impulsionar embarcações, para auxiliar a moagem de grãos e para o bombardeamento de água, facilitando demandas até então realizadas por tração humana (PESSOA, 2022).

A moderna definição de energia eólica perpassa a ideia de uma estratégia usada para produzir eletricidade valendo-se de tecnologia apropriada para converter a energia cinética dos ventos em energia mecânica, seguida da produção de eletricidade. Essa transformação ocorre por meio de aerogeradores, cujas pás se movimentam em resposta ao fluxo de vento, acionando um sistema de indução eletromagnética. Posterior a esse processo, a energia gerada, frequentemente de baixa tensão (entre 690 à 1000 volts), passa por modernos transformadores que irão elevar a tensão, em geral para 34,5 kV. Essa estratégia é necessária pois possibilita uma distribuição energética mais afetiva ao reduzir as perdas durante o transporte. A eletricidade segue por cabos subterrâneos até uma estrutura denominada subestação, esse local possui modernos transformadores de alta potência que aumentam a tensão elétrica de 34,5 kV para 230kV. Essa estratégia é necessária para que a energia seja distribuída por longas distâncias ao longo do sistema interligado nacional (SILVA, 2012).

Os modernos parques eólicos podem operar em áreas terrestres, sendo assim denominados *onshore* (em Terra) ou em áreas marítimas, sendo classificados como *offshore* (em mar). A primeira estratégia é mais difundida, pois apresenta baixo custo de instalação e manutenção, além da facilidade de acesso na construção, manutenção e operação. Essa sistemática tem como elemento limitador os impactos socioambientais como a variação na intensidade do vento e impactos ambientais. As usinas eólicas marítimas possuem maior constância na geração de energia, na medida em que há um maior fluxo de vento em regiões litorâneas e reduzido conflitos socioambientais, porém há elevado custo de construção e manutenção, além da dificuldade de acesso (SILVA, 2012).

Sistemas computacionais avançados conseguem mapear os locais estratégicos com maior fluxo de vento ao longo do ano, possibilitando às empresas a escolha de locais específicos para a instalação de parques eólicos. A Universidade Técnica da Dinamarca criou um dos *softwares* de maior êxito na análise de dados do fluxo de vento ao longo do planeta. Com capacidade de modelar a influência da topografia e rugosidade do terreno, a ferramenta denominada WASP (*Wind Atlas Analysis and Application Program*) é uma das mais utilizadas para este fim (SILVA et al., 2019).

Após uma criteriosa seleção do local de instalação, são realizados estudos de viabilidade

técnica e econômica, levando em consideração o potencial de velocidade média ao longo do ano, a proximidade de infraestrutura de transmissão e cálculos financeiros como o custo do investimento e despesas operacionais. Deve-se considerar os estudos de impacto ambiental, tais como EIA RIMA, que avalia os impactos sobre a fauna a flora e a comunidade local, caracterizando os possíveis impactos decorrentes da instalação do empreendimento. Legalmente é necessário três tipo de licenciamento, a denominada licença prévia (LP), a licença de instalação (LI) e a licença de operação (LO), emitida por órgão ambiental competente (SILVA et al., 2019).

Sucessivamente, inicia-se a modelagem de aspectos técnicos que possibilitem a construção do parque eólico, como acesso e logística, pois é necessário um planejamento no transporte de colossais maquinários, uma vez que as atuais pás de aerogeradores podem ultrapassar 80 metros e um único transformador pode possuir mais de 400 toneladas, representando uma complexa operação logística de transporte e instalação. Findado a etapa de planejamento tem início a etapa de construção do parque eólico, que inclui a preparação do terreno, o transporte e a montagem dos geradores, a instalação de sistemas elétricos e a ligação com a rede de transmissão, etapa que mobiliza dezenas de guindastes e maquinários. Após essa etapa inicia-se os testes de operação para se avaliar o desempenho e os aspectos relacionados à segurança do empreendimento.

Convém destacar aspectos relacionados a nomenclatura das instalações. Um parque eólico pode ser entendido como um local que possui aerogeradores e infraestrutura própria como subestações e vias de acesso. Por sua vez, um complexo eólico é mais abrangente, representando um conjunto parques eólicos interligados e que possuem uma infraestrutura em comum. A usina eólica é uma denominação genérica, podendo se referir tanto a um parque quanto a um complexo eólico (SILVA et al., 2019).

O aerogerador é a estrutura funcional que possui um rotor e três pás de comprimento que pode variar entre 40 a 80 metros, a depender da potência do rotor, em sua constituição apresenta partes móveis que capturam o vento. Localizada anteriormente a essas estruturas, a nacelle é uma carcaça que abriga instrumentos como o gerador elétrico, caixa multiplicadora de velocidade (aparato semelhante a uma caixa de marcha de automóveis), sistema de orientação *yaw* (aparato responsável por alinhar o roto na direção do vento) e sistema de freios e controle eletrônico que otimiza a operação e evita possíveis acidentes (ALBIERO et al., 2014).

Por fim, tem-se a torre como uma estrutura usada para sustentar todo o equipamento citado, podendo ter uma constituição metálica ou na forma de concreto, apresentando altura que pode variar de 80 a 120 metros, altura na qual os ventos são mais estáveis e de maior

intensidade. Tecnicamente, a disposição dos aerogeradores segue um espaçamento lateral de pelo menos quatro vezes o diâmetro do rotor, para que o fluxo de vento seja aproveitado em seu maior potencial. Essa proporção sobe para seis vezes o diâmetro do rotor para o espaçamento frontal (ALBIERO *et al.*, 2014).

Figura 5 – Imagem das partes de um aerogerador e seu funcionamento básico.



Fonte: <https://shre.ink/M6s1>

Figura 6 – Representação das partes principais de um Aerogerador



Fonte: <https://shre.ink/M6s1>

É relevante, nesse contexto, a distinção entre os conceitos teóricos de energia renovável e energia limpa. A primeira diz respeito aquela advinda de recursos naturais inesgotáveis e de regeneração contínua, diferindo daquelas denominada limpa, conceito que traduz a ideia de que possui pouco ou nenhuma emissão de elementos poluentes, tais como GEE.

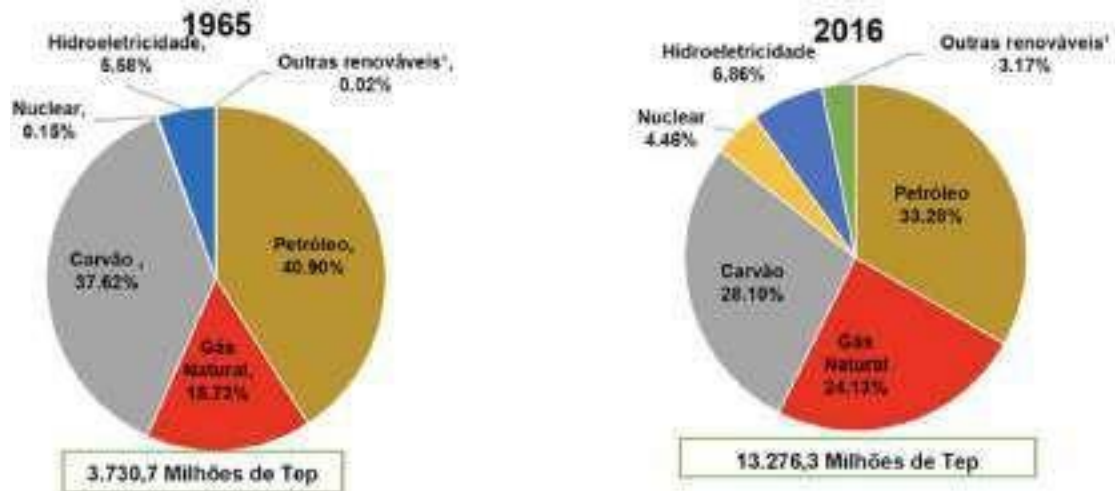
Nesse contexto a energia eólica é classificada simultaneamente como renovável e limpa na medida em que se vale de recurso inesgotável, como é o caso dos ventos, e não emite poluentes durante a sua operação, ainda que os processos de instalação e produção dos mais variados maquinários que compõem os modernos parques eólicos possam gerar de maneira indireta a liberação de resíduos. Desde o prisma da emissão de GEE, a energia nuclear é limpa, porém não renovável, pois depende de minerais finitos como o urânio e o tório. A biomassa, por sua vez possui o aspecto renovável, mas por emitir GEE, não são limpas (EMBER, 2022).

### 3.2.5 Matriz energética global

A denominação de matriz energética é caracterizada como um conjunto de fontes de energia seja ela renovável ou não que suprem as demandas de um país, representando a capacidade técnica de oferta interna de energia. Essa é por sua vez um elemento que demanda planejamento estratégico dos governos nacionais de modo propiciar à população um fluxo energético contínuo. Portanto resta claro que a matriz energética devido à sua importância estratégica representa um elemento de segurança nacional a ser cuidadosamente planejado (EMBER, 2022).

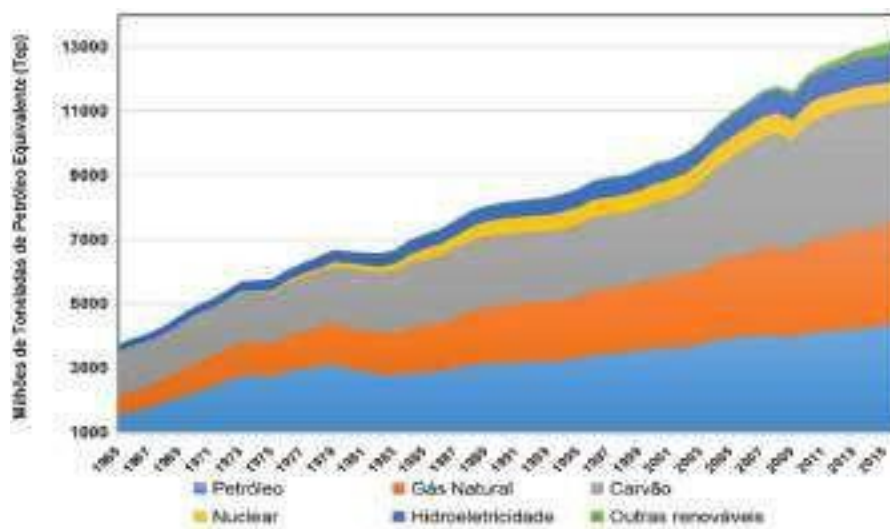
A Agência Internacional de Energia (IEA) se insere nesse contexto como uma instituição de jurisdição global que visa garantir a segurança energética e o desenvolvimento sustentável. Fundada em 1974 com sede em Paris, a IEA é apontada como principal centro de monitoramento e análise sobre oferta e demanda em energia. A instituição aponta que a produção energética global no ano de 2015 foi de 13,6 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (TEP), unidade de medida que proporciona uma comparação do poder calorífico das mais variadas fontes de energia em relação ao petróleo (LIMA, 2022).

As fontes de energia não renovável representam a principal estratégia adotada por diversos países para a geração de energia elétrica. De acordo com a *International Energy Agency* (2023) cerca de 80% da demanda energética global foi suprida em 2022 por meio de combustíveis fósseis. Em mercados emergentes, grupo que possui quase 85% da população mundial, a demanda por energia aumentou em cerca de 2,6% ao ano, o aumento populacional de mais de 720 milhões de pessoas elevou em 40% a produção industrial e proporcionou um aumento de 40 mil km<sup>2</sup> de área construída, espaço suficiente para cobrir a Holanda.

**Gráfico 1:** Consumo energético global em TEP.

Fonte: Lima, 2024.

Ainda que os combustíveis fósseis participem de maneira expressiva na composição matriz energética global, observa-se uma tendência de redução ao longo das últimas décadas, evidenciado uma mudança no padrão global. O gráfico 2 permite observar que o consumo energético mundial mais que triplicou entre 1965 e 2016. Também resta claro a participação de diferentes fontes, evidenciando o surgimento da energia nuclear e de outras fontes renováveis, denominação essa que inclui energia eólica, solar e demais renováveis.

**Gráfico 2:** Consumo energético mundial entre 1965 e 2016.

Fonte: Lima, 2024.

O Tabela 1 complementa o anterior e amplia as discussões no que se refere ao

crescimento das fontes renováveis na matriz energética global, apresentando o desenvolvimento da hidroeletricidade e de outras fontes renováveis, em especial no período posterior a 2009. Também se percebe uma trajetória de forte crescimento da demanda por energia, em especial a partir dos anos 2000.

É relevante destacar que ao se analisar os gráficos de consumo de energia fóssil, observa-se que há uma tendência de pico na demanda até o ano de 2030. A IEA explica que ao se atingir o nível de pico da demanda, melhor dito: o ponto máximo de consumo global, a tendência é que haja um processo de declínio contínuo, iniciando um movimento de substituição gradual dessa fonte. Ainda que a demanda por energia seja crescente, em uma sociedade cada vez mais “energeticamente dependente”, é possível constatar um movimento de transição para uma matriz renovável.

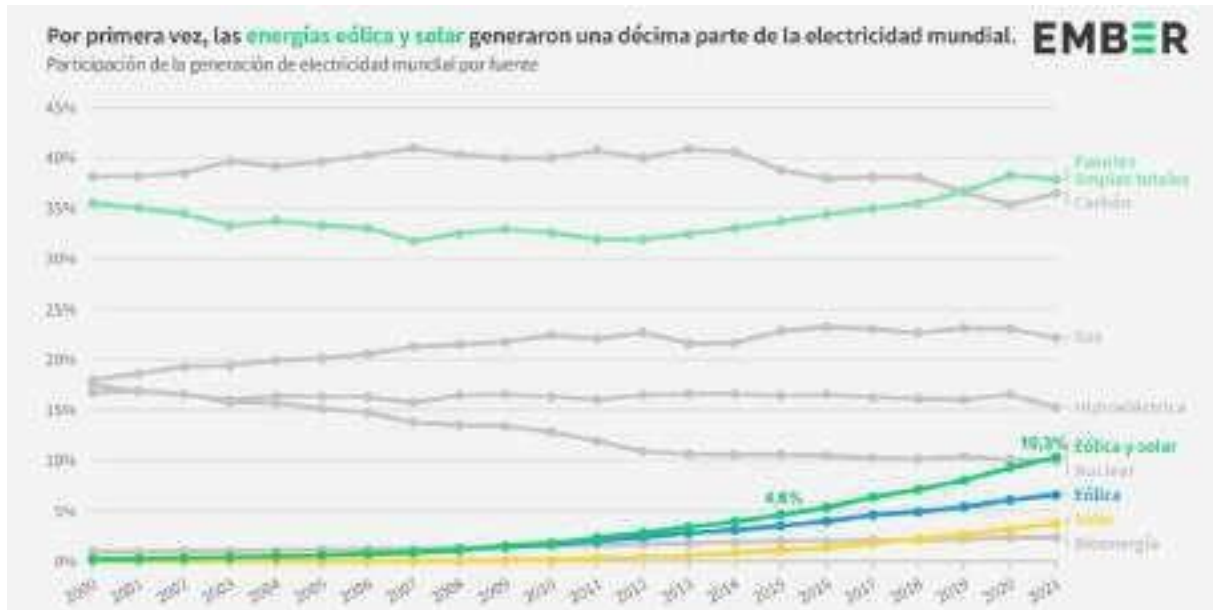
**Tabela 2:** Crescimento das fontes renováveis na matriz energética global.

Fontes	1973		2015	
	Total TW/h	Percentual	Total TW/h	Percentual
Petróleo	1.520	24,8%	994	4,1%
Carvão	2.348	38,3%	9.533	39,3%
Gás natural	742	12,1%	5.554	22,9%
Nuclear	202	3,3%	2.571	10,6%
Hídrica	1.281	20,9%	3.881	16%
Renováveis não-hídricas	37	0,6%	1.722	7,1%
<b>Total</b>	<b>6.131 TW/h</b>	<b>100%</b>	<b>24.255 TW/h</b>	<b>100%</b>

Fonte: Lima, 2024.

Com base na tabela 2 é possível constatar que houve um crescimento notório na geração total de eletricidade, evidenciando também que a participação das fontes renováveis apresentou um discreto crescimento. Ademais, em um intervalo de 32 anos as fontes de energias não-hídricas, como a energia eólica e solar foram os setores que mais cresceram. Em valores absolutos observa-se um salto de 46 vezes, de 37 TW/h para 1722 TW/h. Ainda que o referido crescimento seja exponencial, as matrizes de energias não renováveis seguem dominando a base de geração energética, com um destaque para a energia advinda de gás natural que em 1972 representava 12,1% e saltou para 22,9% em 2015.

**Gráfico 3:** Participação de geração de eletricidade mundial por fonte.



Fonte: IEA, 2023.

O gráfico 3 permite inferir que ocorre uma transição energética global, com sucessiva substituição das fontes advindas do carvão e da energia nuclear pela energia eólica e solar, que pela primeira vez atingiram a uma marca recorde, representando um décimo da eletricidade global produzida.

**Gráfico 4:** Geração de eletricidade mundial a partir das energias eólica e solar.



Fonte: IEA, 2023.

O gráfico 4 tem como objetivo evidenciar o avanço global para o cumprimento do

estabelecido no âmbito do acordo de Paris, principalmente no que se refere ao limite de 1,5 °C de aquecimento global. Para que o objetivo estabelecido seja cumprido, é necessária uma aceleração exponencial que ultrapassa os 16000 TW/h até o ano de 2030, representando uma demanda de crescimento de 20% ao ano entre 2022 e 2030. Ainda que seja perceptível um elevado desenvolvimento Das energias renováveis não hídricas, na Última década, mostre-se extremamente desafiador a manutenção de 20% anual por uma década (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2023).

Somente no ano de 2023 as fontes renovável acrescentaram 500 GW a capacidade de geração global, valor capaz de abastecer cerca de 375 milhões de residências. Esse incremento para além de um recorde global permite inferir uma preocupação crescente dos estados nacionais na mudança de suas respectivas matrizes energéticas (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2023).

Ao analisarmos o *World Energy Outlook 2024*, relatório mais atual referente a segurança energética global, conclui-se que os diversos conflitos no Oriente médio e na Europa, elevaram a vulnerabilidade dos mercados e evidenciou a crescente necessidade de se construir uma matriz energética resiliente e principalmente com um caráter diversificado. A dependência do mercado europeu ao gás russo e a abrupta interrupção de seu fornecimento em razão da guerra na Ucrânia Também representou um forte estímulo agudo no investimento de energias renováveis (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2024).

A realidade da infraestrutura energética brasileira até meados do século XX era fortemente centrada em uma matriz Hidroelétrica, em grandes centros urbanos das regiões sul sudeste e centro-oeste, com o objetivo de aproveitar Grandes Rios em uma topografia favorável. Essa realidade ainda que priorizasse uma fonte de energia renovável era marcadamente causadora de impactos ambientais e principalmente sociais. Ainda que de caráter renovável as usinas hidrelétricas dependem diretamente do fluxo hídrico e de níveis estáveis de água, realidade claramente afetada por diversas secas, expondo o País às crises de abastecimento (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2024).

O Brasil adotava como estratégia de “*backup*”, ou seja, em caso de crises no fornecimento, era acionado a estratégia de geração termoelétrica, em especial na região nordeste que até o início dos anos 90 enfrentava diversas crises de abastecimento em decorrência do menor acesso a uma energia estável e barata. Geradores a diesel ou mesmo a lenha era frequentemente utilizado como estratégia para reduzir oscilações no fornecimento.

A crise energética de 2001 representou um importante ponto de inflexão no que se refere aos desenhos de uma reformulação no setor elétrico nacional. A escassez hídrica associada a

uma baixa diversificação da matriz energética e particularmente agravado por uma lenta expansão da rede elétrica nacional com reduzida inserção em zonas rurais ou mesmo em grandes cidades da região norte e nordeste ensejara medidas emergenciais como cortes de energia para quem não cumprisse a meta estabelecida pelo governo que previa uma economia de 20% no consumo, incentivo à autogeração elétrica com geradores à diesel e campanhas educativas De redução do consumo. Até 2023, as fontes renováveis responderam por 93,1% da geração elétrica nacional Brasileira, indicador que consolida o país como líder na participação de energias limpas em sua matriz elétrica (MME, 2024).

Ainda que a crise energética de 2001 represente um importante momento para o entendimento das mudanças da matriz energética nacional, é destacadamente imprescindível entender. Essa ocasião como resultado de diversas movimentações políticas pregressas, inclusive com a influência de diversas instituições a nível internacional.

### **3.3 O PAPEL DO ESTADO BRASILEIRO NA (RE)CONSTRUÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL**

Discutir a ação de um determinado Estado Nacional envolve entender como esse consegue operacionalizar diretrizes e programas que impactam diretamente a vida da população. As políticas públicas se inserem nesse contexto como um instrumento que permite ao tomador de decisão implementar ações ou mesmo não as implementar (omissão), que por sua vez são planejadas com base em decisões políticas e/ou elementos técnicos com o objetivo final de impactar a sociedade ou grupos específicos, portanto em última análise as políticas públicas representam uma ação coletiva que pode interferir diretamente em diversos setores sociais constituindo o resultado de decisões e pactos políticos (CARVALHO, 2019).

É importante salientar que o processo denominado formulação de políticas públicas reflete o interesse de diversos segmentos da sociedade, denominado atores sociais bem como o momento histórico em curso, com diversas particularidades políticas. Esses atores frequentemente influenciam os tomadores de decisão e formuladores de políticas públicas, que por sua vez costumam ser membros dos poderes da república denominados legislativo e executivo (CARVALHO, 2019).

Com base nessa perspectiva, as políticas públicas não possuem um caráter de neutralidade e o desenho da matriz energética brasileira resulta de diversos pactos políticos no âmbito da década de 90, advindos dos mais variados atores sociais, principalmente de atores transnacionais e instituições multilaterais (PEREIRA; VITAL; FONSECA, 2024).

O conceito de desenvolvimento sustentável emerge do cenário político global e tem

destaque a partir da conferência de Estocolmo (1972), ocasião em que houve intensos debates referentes ao impacto do desenvolvimento econômico no ambiente. Realizado na Suécia o evento reuniu 113 países e resultou na declaração de Estocolmo formado por 26 princípios que norteiam uma gestão ambiental global e estabelece dentre outras diretrizes a necessidade de cooperação Internacional para a proteção do meio ambiente. No ano de 1987 com a publicação do denominado Relatório *brundtland*, também conhecido como nosso futuro comum, caracterizou o desenvolvimento sustentável como indispensável ferramenta para satisfazer as necessidades presentes sem que se comprometa a viabilidade existencial das gerações futuras, com objetivo central de conciliar crescimento econômico e conservação. A partir desse ponto o conceito de desenvolvimento sustentável deixa de ser uma diretriz teórica para se refletir em elemento estruturante das políticas públicas de países do sul global (OLIVEIRA, 2022).

A consolidação das ideias de desenvolvimento sustentável teve um importante capítulo na conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, conhecida como eco 92. O evento realizado no Rio de Janeiro foi um Marco nas conferências ambientais globais pois implementou a ideia de que o desenvolvimento econômico está intimamente relacionado com o meio ambiente e que portanto para alcançar um crescimento pleno era necessário levar em consideração que os elementos naturais devem ser preservados para que possa continuar fornecendo insumos (OLIVEIRA, 2022).

Essa perspectiva, guiada por um viés neoclássico estabeleceu a noção de “crescimento verde”, estratégia na qual busca conciliar crescimento econômico e preservação ambiental, estabelecendo a possibilidade de que é possível crescer economicamente e usar menos recursos naturais para causar menor impacto ambiental, portanto, melhorar a eficiência de expropriação de recursos. Essa lógica confere um “verniz” verde à velhas práticas e perpetuam uma lógica neoliberal dos mesmos atores sociais dominantes. Ribeiro (2012) concorda com essa ideia ao afirmar

Sob esta abordagem é que se legitimam as ações do mercado como condicionantes de um futuro sustentável, dependendo assim do reconhecimento tácito de suas responsabilidades como geradores de externalidades e do maior controle sobre os recursos naturais, o que implica no alargamento da propriedade privada sobre os mesmos. A rigor, reforça-se uma visão interdependente entre economia e natureza, cujo significado não está em questionar o crescimento econômico, a exploração da natureza e os padrões de consumo vigentes, mas sim em reconhecer estes problemas e criar os mecanismos mais eficientes e menos impactantes regidos dentro da lógica de mercado no capitalismo. (RIBEIRO, 2012)

A ECO-92 Deu origem a agenda 21, um plano de carácter global promovido pela Organização das Nações Unidas (ONU) que resultou na discussão de um amplo espectro de

temas dentre esses a pobreza a gestão de recursos naturais a biodiversidade e é saúde, além da consolidação do desenvolvimento sustentável como estratégia central nas políticas dos países do sul global. É importante destacar a consolidação da ONU como a agência mediadora do estabelecido na conferência, realidade que conferiu à instituição uma forte influência nas políticas públicas de países “em desenvolvimento” como é o caso do Brasil (OLIVEIRA, 2022).

A transição energética brasileira ocorreu em um contexto cujo banco mundial passou a ter influência direta no desenho de políticas públicas nacionais na medida em que financiou inúmeros projetos sob a ótica de um “crescimento verde”, perpetuando uma lógica de mercado neoliberal sob a égide de um suposto desenvolvimento justo para as gerações futuras. Constatase que a transição energética brasileira ocorreu sob a lógica de um neoliberalismo verde, restando às ideias de justiça ambiental o campo teórico. Furtado e Paim (2024) concordam com essa ideia, ao entender que a transição energética não represente “uma ruptura, mas uma continuidade das atividades de extração e exportação de recursos dos territórios, assim como a geração de conflitos ambientais.”

### **3.3.1 As políticas públicas de incentivo à energia eólica**

Para além dos aspectos técnicos que envolvem a expansão de empreendimentos eólicos no Brasil, há um destacado fator que atuou como catalisador no avanço exponencial do que passou a ser chamado de Energia do Futuro. As políticas públicas de incentivo a energia eólica merecem destaque, impulsionada pela crise energética de 2001, o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEOLICA), tinha por objetivo diversificar a matriz energética em uma fonte limpa que pudesse fortalecer o SIN. Esse instrumento tinha como objetivo estimular a geração de energia eólica, visando atrair fabricantes de insumos e desenvolver a cadeia produtiva local por meio de incentivos fiscais, formação técnica/científica e apoio logístico (DINIZ, 2018).

Também ficou estabelecido pelo PROEOLICA que a Eletrobrás deveria adquirir a energia produzida por empreendimentos eólicos por um prazo mínimo de 15 anos e como incentivo para a oferta dessa energia a estatal previa um valor de compra entre 10 à 20% acima do valor de mercado, dado o caráter emergencial da referida política pública. Ainda que o referido programa tenha atraído diversos investidores, as limitações tecnológicas representaram um claro entrave para o crescimento esperado do setor, demandando do governo federal ações de incentivo que envolva uma matriz tecnológica para o setor (LIMA, 2022).

Instituído pela Lei nº 10.438 /2002 o PROINFA, maior programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica do mundo, representa uma estratégia modernizada do governo brasileiro de aumento da participação de fontes renováveis no sistema elétrico nacional.

Visando estabelecer condições atrativas ao investidor, o governo federal ofereceu tarifas diferenciadas e contratos de longo prazo para desenvolver uma cadeia produtiva nacional com vistas a diversificar a matriz energética brasileira em um contexto de frequentes interrupções no fornecimento elétrico.

O PROINFA garantiu preços abaixo do mercado para a energia proveniente de fontes renováveis, utilizando como instrumento de apoio o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES). Também merece destaque a estratégia de leilões de energia eólica, que estimularam a competitividade no setor na medida em que garantia a aquisição, à longo prazo, com reajustes ligados à inflação e diversos outros benefícios que proporcionavam uma redução dos riscos trouxe segurança e previsibilidade ao setor (BRASIL, 2022).

Lozornio *et al.* (2017) detalha que a estratégia de leilões faz parte de uma engenhosa política de criação de mercados, o autor explica os elementos que fundamentam o sucesso na política de leilões:

As políticas de criação de mercado para energia eólica, se tornaram mecanismos muito utilizados pelo governo para incentivar a introdução e avanços tecnológicos. Nesse modelo o governo adquire e cria meios para promover e incentivar a adoção da energia renovável. Vários mecanismos são adotados como demonstra o Quadro 2, mas o que possui maior implementação no mercado é: a tarifa feed-in e os leilões. As tarifas feed-in garantem estabilidade financeira e contratos de longo prazo, diminuindo os riscos em função da garantia de compra pelo governo da energia gerada. Suas políticas priorizam: a garantia de acesso à energia elétrica, contratos que estabelecem o suprimento de energia a longo prazo e são calculados com base em custos nivelados de geração compatível com cada fonte (LOZORNIO, 2017).

Ao longo do estabelecimento do programa, conforme detalha Veiga, Oliveira e Pereira (2012) houve atrasos de implementação dos projetos de energia eólica, como: problemas com os contratos, dificuldade de licenciamento ambiental, financiamento dos parques e fornecedores de equipamentos em tempo hábil. O PROINFA demandou uma nova regulamentação por meio do Decreto nº 5.025/2004, essa estabeleceu metas específicas para o setor de eólico (LORZONIO, 2017).

O Plano Nacional de Energia (PNE) 2030 também representou um importante eixo norteador da política energética a longo prazo. Criado em 2007 pelo Ministério de Minas e Energia do Brasil, o documento é reflexo de um contexto em que as ideias de desenvolvimento sustentável e segurança no abastecimento energético eram elementos centrais no debate político da época, refletindo na reconstrução da matriz energética nacional. Convém ressaltar o ambiente de urgência na reestruturação energética na medida em que o país sofria com constantes interrupções no fluxo de energia elétrica associado à um crescimento económico acelerado em um contexto global marcado por crises no preço do petróleo, intensa instabilidade

geopolítica e a ascensão dos debates sobre desenvolvimento sustentável (EPE, 2007).

O PNE 2030 Estabeleceu critérios técnicos para uma diversificação energética com ênfase nas Fontes renováveis em detrimento da matriz não renovável como forma de se assegurar uma segurança no fornecimento elétrico, uma adequação Nacional as ideias de transição energética e principalmente na ideia de eficiência energética. O documento institui a denominada etiquetagem de eficiência, estratégia que visa aperfeiçoar a eficiência no funcionamento dos mais variados equipamentos elétricos (EPE, 2007).

### 3.3.2 O CEARÁ E A POLÍTICA DOS BONS VENTOS

O estado do Ceará esteve na vanguarda das políticas públicas de expansão eólica no Brasil. No ano de 1996 abrigou o primeiro projeto de tecnologia eólica do País, chamado de usina eólica do Mucuripe. Em 2001 o governo, especificamente à Secretaria de infraestrutura, apresentou estudos técnicos referente ao potencial eólico do estado, atraindo inúmeros investidores em potencial. O mesmo documento atualizado em 2019 apresentou um potencial de 12 TW/h na altura de 50 metros e de 51,9 TW/h na altura de 70 metros para ventos médios anuais superiores a 7 m/s. Ao somarmos todo esse potencial, somente o estado do Ceará por geração eólica poderia suprir 10% do consumo elétrico total anual do Brasil (CEARÁ, 2001).

Adicionalmente é relevante destacar o notado trabalho de *marketing* realizado pelo Estado do Ceará na promoção do potencial eólico, mobilizando apoio político e principalmente empresarial para angariar investidores no setor. Gorayeb (2016) corrobora essa perspectiva, ao afirmar:

Discurso político que viabilizou a entrada de investidores externos e à concessão de incentivos fiscais e facilidades logísticas para as empresas que tivessem interesse em implantar parques eólicos no Estado. No âmbito dessa lógica, de parceria público – privada, os documentos técnicos que viabilizaram a implantação da energia eólica difundiram ideias que relacionam o território cearense como *locus* de uma vocação geográfica natural à geração dessa energia, uma vez que possui características climáticas semiáridas associadas a 573 km de costa, o que assegura boa qualidade e constância do vento, praticamente o ano inteiro (GORAYEB *et al.*, 2016, p. 31).

O Decreto Estadual no 27.951/2005 dispõe sobre a criação de estratégias para a participação ao programa do Governo Federal PROEOLICA. Nesse instrumento jurídico são reconhecidas as características estratégicas que justificam a expansão do setor eólico em terras alencarinas. Diz o texto:

CONSIDERANDO o disposto no art.11 da Lei nº10.367, de 7 de dezembro de 1979, que cria o Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará - FDI; CONSIDERANDO a situação climática privilegiada do Estado no que diz respeito a geração de energia eólica; CONSIDERANDO a necessidade do Estado do Ceará de desenvolver ações voltadas para a atração de novas modalidades de investimentos industriais integradas

em cadeias produtivas; CONSIDERANDO que o Estado do Ceará vem há mais de uma década desenvolvendo políticas e ações de apoio ao desenvolvimento do uso dos recursos naturais de fontes renováveis como contribuição para a diversificação da matriz energética estadual visando a sua autosuficiência energética; CONSIDERANDO que o potencial de geração eólica do Estado do Ceará é da ordem de 25.000 megawatts de potência de acordo com o Atlas do Potencial Eólico do Estado do Ceará, e ainda que o potencial de geração eólica adicional na plataforma continental “*offshore*” está estimado em no mínimo 10.500 megawatts (CEARÁ, 2005).

O mesmo Decreto estabelece um conjunto de benefícios econômicos para os interessados em investir no setor eólico cearense. Merece destaque o seguinte trecho:

Art. 6º As sociedades empresárias enquadradas no PROEÓLICA, serão beneficiárias, pelo prazo de 120 (cento e vinte) meses consecutivos, dos incentivos do PROVIN/FDI, com o diferimento equivalente a 75% (setenta e cinco por cento) do valor do ICMS recolhido mensalmente e dentro do prazo legal, com retorno do principal e encargos de 25% (vinte e cinco por cento), devidamente corrigido pela aplicação da Taxa de Juros de Longo Prazo -TJLP, ou outro índice que venha a substituí-la por decisão da autoridade monetária, conforme estabelecido em Resolução ou Termo de Acordo CEDIN (CEARÁ, 2005).

Nesse contexto, o Estado direciona o fundo de desenvolvimento industrial do Ceará (FDI), conjunto de ações de estímulo à indústria para o setor eólico. Originalmente criado pela Lei nº 10.367/1979, o fundo tem como objetivo de atrair, incentivar e consolidar empreendimentos industriais cearenses. O setor eólico passou a receber destaque nesse fundo a partir do referido Decreto, ocasião em que demandou maiores estímulos do Estado para participar das expansões dos leilões federais e atender ao aumento da demanda por equipamentos e infraestrutura energética. Estrategicamente, o Decreto era uma normativa legal para a participação do Ceará no PROINFA (CEARÁ, 2024).

Dentre as diversas estratégias de atração industrial consta a criação do Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva Geradora de Energias Renováveis (PIER), instituído pelo Decreto nº 32.438/2017. Com o intuito de atrair investidores na área de geração elétrica, o programa amplia os incentivos econômicos aos interessados em investir em fontes de energias renováveis. Essa diferenciação tributária incidia inclusive na importação dos diversos maquinários necessários ao funcionamento do setor. Merece destaque o seguinte trecho:

Art. 52. A SEFAZ poderá conceder diferimento nos termos da legislação tributária nas seguintes hipóteses:

I - do ICMS incidente na importação de:

a) máquinas, equipamentos e estruturas metálicas para compor o ativo imobilizado da sociedade empresária, que deverá ser pago quando da sua desincorporação, observado o disposto no parágrafo único do art. 14 do Decreto nº 24.569/1997 - regulamento do ICMS, bem como nas importações de peças e partes para a incorporação às máquinas, equipamentos e estruturas metálicas;

b) matéria-prima e insumos para utilização no processo industrial, adquiridos por estabelecimento importador habilitado no FDI/PIER, conforme disposto no § 1º, do inciso V, do art. 13 do Decreto nº 24.569/1997 - Regulamento do ICMS;

c) máquinas, equipamentos e estruturas, formalizada mediante contrato de Arrendamento Mercantil com prazo pré-determinado, antecipações mensais e com opção de compra no final do contato, conforme disposto no Decreto nº 24.569/1997 - Regulamento do ICMS;

II - do ICMS devido resultante da diferença entre as alíquotas do ICMS incidente nas operações interna e interestadual, relativa às aquisições de bens destinados ao Ativo Imobilizado da sociedade empresária, na forma estabelecida pelo art. 13-B do Decreto nº 24.569/1997 - Regulamento do ICMS (CEARÁ, 2017).

Em 2018 foi definido por meio da Resolução nº 07 do COIMA as diretrizes para licenciamento de empreendimento eólico, buscando simplificar e modernizar o licenciamento ambiental dessas instalações para equilibrar o desenvolvimento com sustentabilidade. O Estado do Ceará busca estabelecer a energia eólica como insumo estratégico na produção de hidrogênio verde, essa estratégia fica clara a partir da Lei Estadual nº 18.459 que objetivou posicionar o Estado como polo mundial de energias renováveis. Em 2024, com a lei nº 19.139 é criada a política de crédito verde para estimular financeiramente empreendimentos eólicos por meio da concessão de crédito e facilidades tributárias. A lei nº 36.023 também é um importante instrumento regulatório ao promover novos estímulos fiscais destinados à manutenção de crédito para aquisição de equipamentos e componentes, com o objetivo de acelerar a competitividade do setor (CEARÁ, 2024).

Observa-se que o desenvolvimento do setor eólico sob forte estímulo estatal lastreado à um marcante favorecimento de condições naturais, faz parte de uma estratégia para despontar no Nordeste como parque tecnológico energético nacional, visando atrair oportunidades para a região e reduzir as assimetrias em relação aos estímulos de desenvolvimento na região sudeste.

### **3.4 O AVANÇO DAS USINAS EÓLICAS NO NORDESTE BRASILEIRO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES**

No âmbito das políticas públicas, impacto pode ser caracterizado como efeitos mensuráveis de uma ação que repercute de algum modo na sociedade com carácter positivo ou não. Resultado de complexas variáveis históricas e acordos políticos, as políticas públicas são desenhadas para a obtenção de um fim específico, um exemplo claro são as políticas de subsídio à produção de biocombustíveis. Essa diretriz foi pensada para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e esse é seu efeito positivo, porém gera como efeito negativo a expansão de monoculturas e estímulo ao uso de agrotóxicos, bem como uso de grande quantidade de água, portanto um resultado indireto e nesse caso negativo. Esse é o conceito prático do que se convencionou denominar no

âmbito da economia de externalidade, impacto indireto, portanto não intencional de uma ação que irá afetar terceiros (LIMA, 2022).

Se restringirmos o espectro de análise aos processos naturais, Sánchez (2008) é enfático ao afirmar que o termo impacto ambiental é entendido como qualquer desequilíbrio ambiental gerado pela atividade antrópica direta ou indireta, repercutindo em aspectos físicos, químicos ou biológicos. Toda atividade antrópica gera impactos, e as usinas eólicas não representam exceção a essa regra. Entender os externalidades positivos ou não permite avaliar de maneira crítica o real custo (para além do aspecto financeiro) Da instalação e sucessiva operação de empreendimentos eólicos.

Para além do estigma de atraso econômico e social, a região Nordeste desponta como figura central na segurança energética brasileira, na medida em que atua como maior produtora de energia eólica do País. A indústria usa o termo fator de capacidade para apresentar a relação entre a energia gerada ativamente pelo empreendimento e a energia que ela poderia gerar se estivesse em capacidade máxima. Um fator de 50%, por exemplo, significa que a usina está operando na metade de sua capacidade máxima ao longo do tempo, algo que para os padrões de fontes renováveis é um número destacável.

Nesse contexto essa região do Brasil frequentemente ultrapassa os 50%. A nível de comparação, a média mundial varia em torno de 30% a 35%. Isso significa que a região apresenta uma alta competitividade global, gerando mais energia com menos aerogeradores. As condições geográficas como vento constante e regulares, os denominados ventos alísios, a uma velocidade média de 9 m/s (de velocidade ideal para a operação de aerogeradores) é um padrão de diversas localidades do Nordeste (LIMA, 2022).

**Figura 7** – Representação da velocidade média anual de ventos na região Nordeste.



Fonte: Amarante *et al*, 2001.

O relevo de característica plana e em áreas de serra associado à proximidade do litoral, bem como a presença de complexas infraestruturas de transmissão, associado à um baixo custo no arrendamento das terras são fatores adicionais que alçam o Nordeste brasileiro a um patamar de destaque mundial. Até 2021, o Brasil já possuía 755 empreendimentos eólicos conectados ao SIN, dos quais 86,35% (652) localizados na região Nordeste. Outros 333 novos projetos seguem em fase de instalação, desses, 330 ou cerca de 99% estão sendo implantados no Nordeste. Importante citar que cada projeto pode possuir mais de um parque eólico, em geral, estima-se uma média de sete parques por projeto, formando os complexos eólicos (LIMA, 2022).

O Estados do Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará juntos possuem 74% da capacidade instalada brasileira e 66% dos parques eólicos em operação, observa-se que o crescimento da energia eólica do Nordeste ocorreu de maneira exponencial a partir do Proinfa, programa que entrou em operação no ano de 2008, ocasião em que ocorreu a construção dos primeiros parques eólicos. Os grandes projetos seguem centrados na região Nordeste ao considerarmos os leilões de outorga realizados até 2021, destaca-se nesse cenário o Estado do Piauí, que em dezembro de 2015 possui apenas 11 projetos e até 2021 despontou como o quarto maior o Estado da federação em número de empreendimentos e capacidade instalada (LIMA, 2022).

À expansão das usinas eólicas seguem em ritmo acelerado. Entre 2011 e 2020 estima-se que foram injetados mais de 321 bilhões de reais na economia. O setor avalia que cada MV instalado no mesmo período gerou cerca de 10,7 empregos. Apresentando que, para cada 1 BRL investido em parque eólico, houve um incremento no produto interno bruto brasileiro de 2,9. Ao analisarmos a geração de energia a partir da matriz eólica em 2022, a região Nordeste gerou um total de 70,48 TWh, representando 90,3% de produção Nacional. Em 2023 houve um crescimento de 19%, a região passa a gerar 83,52 TWh, respondendo por 92% da produção brasileira (ABEEÓLICA, 2023).

Centrando o estudo no avanço das usinas eólicas em território cearense, há pelo menos 72 empreendimentos em construção ou em fase final na elaboração de projetos, perfazendo uma capacidade contratada de 2.876 MW. Merece destaque os 26 projetos de usinas *offshore* em fase de licenciamento, que juntos podem adicionar 64,9 GW a capacidade instalada do estado do Ceará (ABEEÓLICA, 2023).

#### 3.4.1 OS IMPACTOS SOCIAIS

Ainda que represente um movimento indispensável na relação ser humano e meio ambiente, com vistas a garantir a sustentabilidade das ações antrópicas no ecossistema terrestre, a transição energética é uma necessidade que deve levar em consideração a parcela da sociedade mais vulnerável aos seus impactos. A estratégia de atração do setor eólico adotada por Estados do Nordeste como contraponto às assimetrias com relação à região Sudeste não deve olvidar que essa política pode não se traduzir em melhoria direta na qualidade de vida da população, em especial àquelas que vivem próximo as colossais torres elegantemente chamadas de aerogeradores.

Há estudos que apontam para uma notória injustiça ambiental. Esse é o contexto de pequenos agricultores do município de Caetés, agreste pernambucano. O estudo de Silva (2023) apresenta o que há de sujo na energia limpa, discutindo os conflitos distributivos ocasionados por empreendimentos eólicos, discorrendo sobre tensões que emergem entre o acesso à natureza e as atividades produtivas. Apresenta-se um contraponto a ideia de energia renovável como estratégia de menor impacto ambiental, usando a metáfora de “museu de velhas novidades” para se referir às ideias de transição energética.

Ainda que estudos técnicos apontem que objetivamente determinados empreendimentos não apresentam riscos, é relevante destacar que se trata da percepção da população, portanto

elemento subjetivo de se entender a realidade. É oportuno destacar o relato de um dos entrevistados na pesquisa:

Entrevistado 10: [...] Eu achava que eu ia enlouquecer, porque eu tenho labirintite, e é muito forte a minha, aí ela [aerogerador] fazia uma réstia [sombra] enorme na minha casa. A empresa só forrou os quartos, não forrou o resto da minha casa [...]. Passei uns dias na casa da minha mãe, que é na rua (área urbana), comprei remédio caríssimo, e eu não queria vir pra aqui mais... Aí depois forramos o resto da casa. A gente vivia sossegado, aí de repente esse barulho, né? O ouvido, a cabeça começou a doer, das crianças... atrapalhou. Assim, indiretamente até trouxe [benefício], porque a gente tira o dinheiro das torres, [mas] a paz era tudo [...]. Pronto, à noite, ave maria, ninguém dorme não... É barulho 24 horas no ouvido. Entrevistado 14: É uma sombra que incomoda... Você deita, incomoda; se você tá assistindo [TV], incomoda... É muito barulho, muito barulho, depois disso a gente ficou até meio sei lá... É dor de cabeça quase todo dia, você toma uma farmácia quase todinha de dipirona e não passa, e eu não sei não... Deve ser por causa delas [as torres], né? Porque a gente não sentia isso... [...]. E a gente depois dessas torres ficou muito doente... É dor nas pernas, é dor na cabeça, é dor nos ouvidos... Eu não sei não o que é isso... (SILVA, p.7, 2023).

Esses relatos são tão frequentes que Bernardes *et al.* (2019) cunhou o termo “síndrome da turbina eólica” para caracterizar problemas causados pelo ruído das turbinas que costumam se manifestar em doenças psicológicas como a depressão e ansiedade, além de agravar diversas outras como a labirintite, citado no trabalho científico “*Wind Turbine Syndrome: A Report on a Natural Experiment*”, publicado em 2009.

Esses dramáticos relatos se somam à diversos outros, nos mais variados pontos de operação de megaempreendimentos eólicos. Merece destaque o relatado de Ribeiro (2013), pesquisador que entrevistou moradores da associação quilombola do Cumbe, localizado no município cearense de Aracati, que abriga 105 famílias afetadas por aerogeradores. Há diversas observações feitas pelos moradores referentes às atividades potencialmente danosas à saúde da comunidade, o estudo destacou o seguinte relato:

Eu já falei, porque esse fio que tem aqui tinha que passar a 150m da minha casa, e meu filho pesquisou e passa 13m, eu reclamei eles num querem que eu faça fogo, cortavam minhas pranta, dizem que num faz mal, mas eu posso fazer nada, eu pedi indenização porque minha casa e mais 3 passa de baixo do fio, e tem maresia e pode quebrar e pegar fogo e eles mandavam eu ir pras autoridade, e elas disseram que eu tinha que ficar quieta porque senão eu vou ser presa por coisa que eu não fiz, um amigo meu brigava por isso aqui e foi embora porque se desgostou daqui, eles alude nós com um bolim no dia das mães da finura de um dedo, e num faz mais nada” (mulher, 62 anos) (RIBEIRO, p. 67, 2013).

Outro depoimento destaca à maneira como ocorreu o processo de instalação e sucessiva operação do empreendimento eólico que se instalou na região.

Eles entraram rasgando o Cumbe sem nenhum critério de respeito, eles entraram mesmo, vieram com a fantasia do progresso e grande parte da comunidade se encantou com isso com a possibilidade do emprego e do progresso, né. E quem questionava esse dano, tinha uma ala da comunidade que se opunha, inclusive comigo e com o

João diziam: “vamos expulsar eles daqui que estão atrapalhando” e eu disse tá é fácil de expulsar assim (risos) (RIBEIRO, p. 77, 2013).

Conforme detalha Lima (2024) a comunidade do Cumbe é composta principalmente por pescadores, marisqueiras e artesãos, sendo reconhecida e certificada pela Fundação Cultural Palmares (FCP) como Comunidade Remanescente de Quilombo (CRQ). Esse local de sensível manifestação cultural evidencia o que o autor caracteriza como “financeirização e as relações assimétricas de poder no processo de territorialização dos grandes projetos de produção eólica no Nordeste do Brasil.” Ao citar comunidade da construção do empreendimento. Conforme narra em seu estudo:

Chegaram por volta de 1400(mil e quatrocentos) trabalhadores do Aracati, mas principalmente de outros municípios e estados em uma comunidade com 160 (cento e sessenta) famílias, aproximadamente 700 (setecentos) habitantes. Com eles veio também a procura intensa por moradias. A primeira consequência foi o aumento do preço do aluguel de casas (LIMA, 2024, p. 9).

A ideia de que os empreendimentos geram empregos para a comunidade é frequentemente apresentada pelo setor eólico como um dos principais ganhos, porém conforme detalha Costa et al. (2019) a maioria dos empregos são de caráter temporário de baixa qualificação e baixa remuneração. Stadler (2021), por sua vez, apresenta a realidade do município cearense de Trairi e os sucessivos impactos socioambientais gerados pelos diversos empreendimentos eólicos em operação na região. Restou claro que, na realidade, esse empreendimento impactou de maneira lesiva a comunidade próxima às instalações gerando, inclusive interferência eletromagnética em sinais de rádio televisão e comunicação (SALES, 2021).

Gino e Lima (2023), relata os impactos socioambientais gerados e apresenta a realidade da geração de energia eólica em Itarema, município cearense localizado a 222 quilômetros da capital Fortaleza. Marcado por um idílico cenário de belezas naturais, a região abriga diversos parques eólicos, um deles circunda a comunidade de patos, aglomeração que reúne agricultores e pescadores. O estudo usa o termo “asfixiadas” para descrever como os moradores da região encaravam a operação do novo empreendimento, destacando o processo de desinformação e um caráter predatório que as empresas estabelecem ao iniciar a construção de complexos eólicos, inexistindo qualquer tipo de diálogo com o público fortemente impactado (GINO; LIMA, 2023).

Outro aspecto preocupante apresentado por Gino e Lima (2023), refere-se ao EIA/RIMA, instrumento que em tese deveria ser usado para se conhecer os possíveis impactos do empreendimento. O autor salienta que o estudo se ocupou somente com elementos técnicos

de produção energética, tratando como segundo plano as comunidades e os aspectos naturais da região. Diz o autor:

A Avaliação de Impacto Ambiental, presente no EIA/RIMA do Complexo Eólico Pedra Cheirosa I e II, levou em consideração critérios exclusivamente técnicos (fator de capacidade de geração de energia da região) e econômicos (taxa de retorno financeiro dos empreendimentos) para a implantação dos projetos, minimizando ou mesmo invisibilizando os valores socioculturais do território, além de não revelar as atividades produtivas desenvolvidas ancestralmente nos geoambientes citados (GINO; LIMA, 2023, p.10, 2023).

Ainda que a estratégia de transição energética seja uma realidade encarada por muitos autores como uma tendência global, as diferentes formas de impacto citadas se caracterizam como indispensável à criação de dispositivos que tornem os empreendimentos eólicos mais sustentáveis, desde o ponto de vista socioambiental.

### 3.4.3 A JUSTIÇA AMBIENTAL

Na década de 1980, um tema recente, foi cunhado nos Estados Unidos da América, o conceito de justiça ambiental, denominação que visa traduzir a ideia de uma distribuição desigual das externalidades causadas por grandes empreendimentos poluidores. Essa denominação surge em comunidades afro-americanas que criticavam a distribuição desigual dos impactos ambientais gerados por instalações poluidoras, tais como aterros, rejeitos industriais e instalações poluentes, frequentemente instalada em áreas residenciais de grupos em vulnerabilidade social (ACSELRAD, 2004).

A justiça ambiental visa promover uma distribuição equânime do ônus e bônus decorrentes dessas instalações, para assegurar uma igualdade no acesso aos recursos naturais e principalmente para proteger os setores mais vulneráveis da sociedade aos impactos ambientais negativos decorrentes da atividade poluidora de alguns empreendimentos. Nesse contexto a justiça ambiental representa um destacado marco teórico para entender quem ganha e quem perde com a instalação de megaempreendimentos. Portanto, esse conceito busca garantir que todos, independente da razão social, tenham igual direito a um ambiente saudável. Esse tratamento é entendido por Paiva e Lima (2019) como “revolucionário”, na medida em que reduz distorções em um modelo econômico claramente desigual. Os autores detalham as bases da criação do termo justiça ambiental:

É possível afirmar que esse movimento se desenvolve a partir da necessidade de demonstrar que existe uma desigualdade de forças que atua sobre os territórios, produzindo diferentes cargas de impactos econômicos, sociais e ambientais sobre os diversos grupos humanos que ocupam esses espaços (PAIVA; LIMA, 2019, p. 5).

Porto-Gonçalves (2006) concorda e amplia a problematização anterior ao relacionar a justiça ambiental com a crítica da globalização da natureza, uma vez que, com o avanço do capital econômico sobre os bens naturais se intensificou de modo a gerar uma apropriação privada de territórios coletivos, proporcionando conflitos socioambientais. A economia verde, segundo a perspectiva do autor, ainda que se aproprie do discurso da sustentabilidade, representa uma nova maneira de expropriação de populações historicamente vulneráveis.

Articulação Nacional de Justiça Ambiental (ANJA) concorda com a análise de Porto-Gonçalves (2006), ressaltando o aspecto excludente e por vezes predatórios de empreendimentos, em especial aqueles denominados “limpos”. Em seminário denominado transição ou transação energética, a ANJA discutiu como megaempreendimentos eólicos acentuam o processo de marginalização da população afetada. A justiça ambiental, portanto, atua como base teórica que intersecciona o aspecto social, ambiental e jurídico, evidenciando uma luta por equidade no acesso aos recursos naturais e a qualidade ambiental, discutindo a necessidade da distribuição justa dos riscos e benefícios de atividades antrópicas, destacando a importância da participação comunitária na elaboração e operacionalização dessas atividades potencialmente poluidoras (MACIEL *et al.*, 2024).

O cenário de injustiça ambiental fica caracterizado como realidade em que atores sociais de destacada influência política direcionam uma maior carga de dano ambiental à certas parcelas societárias, acentuando desigualdades em bairros operários e marginalizando populações tradicionais (PORTO, 2004).

Ao se debruçar na injustiça ambiental causada especificamente por parques eólicos Silva *et al.*, 2022 entendem que a expansão de megaempreendimentos impacta de maneira negativa a população diretamente afetada, pois frequentemente não leva em consideração seus anseios e, em muitos casos, os benefícios econômicos auferidos da atividade poluidora não é absorvido pela comunidade, restando tão somente os impactos negativos amplamente relatados.

Há estudos no campo da ecologia política que enfatizam a injustiça ambiental como elemento ratificador do caráter excludente do desenvolvimento entre países, tornando evidente assimetrias de poder na expropriação de bens e impossibilitando um desenvolvimento equânime entre nações. Acsehrad (2010) entende que a discrepância na exposição ao risco resulta de lógica da acumulação de riqueza à custa da penalização ambiental das sociedades menos favorecidas.

É oportuno destacar que há autores que discordam dessa perspectiva, tecendo contrapontos teóricos que justificam um “ambientalismo de mercado”, Lomborg (2002), por exemplo apresenta uma visão mais “utilitarista” das políticas ambientais, pois ainda que reconheça os impactos ocasionados por megaempreendimento, deve-se entender como

elemento secundário, se comparado aos benefícios auferidos em escala global. Para o autor é necessária uma flexibilização das políticas protetivas com vistas a possibilitar um desenvolvimento amplo matrizes renováveis. Esse entendimento relativiza o direito das populações e está em clara discordância do que defende Acselrad (2004) e Porto-Gonçalves (2006), pois esses autores destacam que o direito das populações deve ser respeitado, principalmente no que se refere ao processo de transição energética.

#### 3.4.4 ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DE DANOS E PARTICIPAÇÃO SOCIAL

Ao se debruçar na realidade do estado do Rio Grande do Norte, Dias, Teixeira e Pessoa (2023) relatam que, para além da narrativa desenvolvimentista apresentada pelo campo político, importa observar os mais variados impactos causados pelos parques eólicos, destacando que as disputas por terra com as comunidades locais é a principal fragilidade do atual modelo de implementação da energia eólica no Brasil, apontando para uma governança energética nacional que auxilie na tomada de decisão e ponha a comunidade em um patamar de destaque.

Resta claro a necessidade de se realizar os direcionamentos necessários para que o empreendimento resulte em um menor dano socioambiental, promovendo uma adequação na localização das turbinas, nos elementos técnicos de seu funcionamento e em um estudo de impacto visual na paisagem. Esse modelo já é aplicado na Austrália, o País exige que o empreendimento deve fazer requerimentos ao poder público em cada etapa do projeto, da escolha local à desativação do parque (CEC, 2018).

Arnett (2016), por sua vez, apontam para a necessidade de se adotar uma estratégia de hierarquização no processo de instalação, essa hierarquia envolve evitar locais de alto risco durante a fase de planejamento e medidas que envolvam a minimização e compensação ambientais de empreendimentos eólicos. Adicionalmente, o mesmo estudo aponta para a importância da padronização na elaboração de documentos como EIA/RIMA a ser submetido para os órgãos ambientais, além da importância e de uma maior atuação dos órgãos estatais de controle para uma correta aplicação da legislação ambiental. Importante destacar a necessidade de um planejamento territorial integrado que envolva a presença da comunidade e diversas instituições estatais, como ministério público, órgãos de fiscalização e controle e universidades, visando discutir as peculiaridades locais para uma definição clara de possíveis áreas de conflito (GONÇALVES, 2006).

Aversa e Montañó (2019) sugere que os governos não aplicam de maneira eficaz as restrições na aceitação de empreendimentos eólicos, pois entendem a necessidade de diversificação da matriz energética nacional. A deficiência na aplicação dispositivos legais

também esbarra no aspecto político/econômico que frequentemente se sobressai aos danos socioambientais.

Outra estratégia de participação social e redução de danos é a educação ambiental, instrumento que se insere como forma de empoderamento da sociedade na compreensão das nuances que envolvem a instalação de projetos eólicos, formando indivíduos conscientes dos benefícios e malefícios presentes em qualquer empreendimento. Essa estratégia é apontada como elemento indispensável na formação educacional de uma sociedade. Layrargues (2018) sugere que é necessária a pactuação socioambiental dos diferentes atores envolvidos, formalizando compromissos mútuos entre empresas, comunidade e poder público, com a criação de canais contínuos de diálogo para a resolução de potenciais conflitos (LAYRARGUES, 2018)

## **4. O COMPLEXO EÓLICO BONS VENTOS DA SERRA 2 E O PROCESSO DE INSTALAÇÃO**

### **4.1 O Empreendimento Bons Ventos da Serra 2 (BVS2)**

O Complexo Eólico BVS2 é uma estrutura que abrange uma área total de 581,76 hectares, localizado na zona rural dos municípios de Ubajara e Tianguá, municípios localizados a cerca de 330 km da capital cearense. A estrutura foi implantada pela empresa Servtec Investimentos e Participações Ltda e Nexus Investimentos e Participações Ltda (que detém 69,62% das ações do complexo). Para a operação e manutenção do empreendimento foram contratadas as empresas STEAG *Energy Services* do Brasil (operações remotas e manutenção) e Iqony Solutions do Brasil (monitoramento e suporte das linhas de transmissão). (IQONY, 2017; STEAG, 2017).

Para instalação do parque eólico, houve aporte de 225,54 milhões de reais do BNDES em 2017 e investimento complementar de 72,3 milhões de reais para cobrir disputas judiciais, valor esse pago pelas empresas dona do projeto (BNDES, 2018; MOODY'S, 2024).

O custo total do complexo foi orçado em 390 milhões de reais e uma estimativa de 16 meses de duração das obras e projeção de geração de 215 empregos diretos e 645 empregos indiretos na fase de implantação (SEMACE, 2025).

O complexo eólico é formado por 5 Centrais Geradoras de Energia (CGE): Bons ventos Cacimbas 2, com área de 92,33 hectare e 12 aerogeradores, Bons Ventos Cacimbas 3 com área de 45,63 hectare e 7 aerogeradores, Bons hectare entos Cacimba 4 com área de 231,97 hectare e 5 aerogeradores, Bons Ventos Cacimbas 5 com área de 119,05 hectare e 11 aerogeradores, Bons Ventos Cacimbas 7 com área de 92,84 hectare e 8 aerogeradores. Projetado com uma potência máxima de 90,3 MW e um total de 43 aerogeradores (Sá, 2015).

Os referidos aerogeradores são turbinas da empresa brasileira WEG, de modelo AGW 110/2.1 MW, equipamento que possui 55 metros de pás, perfazendo um diâmetro do rotor de 110 m e uma altura que varia entre 80 e 120 metros com Torres de aço e velocidade de ativação de cerca de 3 metros por segundo e velocidade de coque de 20 m por segundo garantindo a proteção em um contexto de ventos em excesso (Sá, 2015).

Os avançados aparatos tecnológicos conferem ao parque eólico uma operação completamente automatizada, com uma operação remota, excluindo a necessidade de operadores permanentes no local, pois há controle em tempo real a partir de um Centro de Controle Remoto (CCR) (Sá, 2015).

Se considerarmos um fator de capacidade de 40%, menos da metade da capacidade

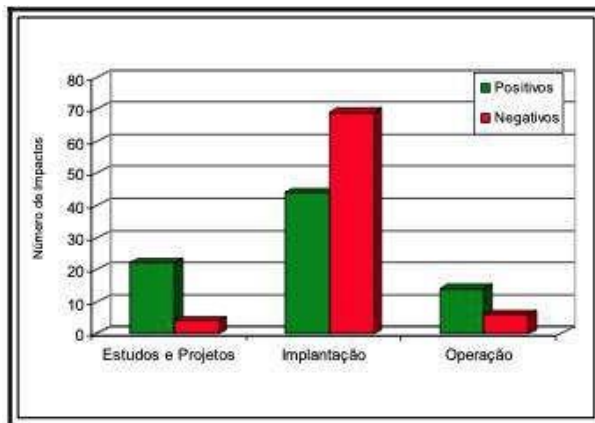
máxima projetada, o complexo BVS 2 é capaz de abastecer cerca de 156.250 residências por mês. Se compararmos com uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) que tem capacidade de até 20 megawatts, o complexo eólico citado equivale a cerca de 2 PCH.

O processo de licenciamento ocorreu em meados de 2014 com uma autorização de operação do governo federal para o funcionamento do parque Cacimbas 2345 e 7 como validade de 35 anos (KPMG, 2023). Em abril de 2015 ocorreu diversas audiências públicas para a apresentação do projeto e debates de pontos importantes, evento esse que ocorreu nas cidades que Ibiapina e Ubajara sob a condução da SEMACE. No ano de 2015 ocorreu a construção e sucessiva a implantação do empreendimento finalizando em 2017 com a implantação das diversas linhas de transmissão. O empreendimento eólico entrou em operação no fim do ano de 2017 ocorrendo no ano posterior a publicação dos despachos da ANEEL que confirmam a operacionalização dos 5 parques.

A resolução CONAMA Nº 01/1986 Estabelece a necessidade de criação de um instrumento técnico denominado Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para identificar avaliar e mitigar possíveis impactos que possam ser gerados pelos mais variados empreendimentos. O RIMA é uma versão de linguagem acessível com o objetivo de se tornar mais acessível ao público em geral. Esses instrumentos fazem parte do denominado licenciamento ambiental que possui como premissa básica se certificar que estudos foram realizados para mitigar ou compensar possíveis impactos de ordem social, ambiental ou cultural.

O RIMA do empreendimento BVS2 caracteriza impacto como qualquer alteração nas propriedades físicas-químicas e biológicas do meio ambiente. Nesse sentido, o estudo apontou 159 tipos de impactos ambientais para sua área de influência. Desses, 80 são de caráter positivo e 79 de caráter negativo, destacando que a maioria dos impactos negativos se dará na etapa de instalação do empreendimento (Sá, 2015).

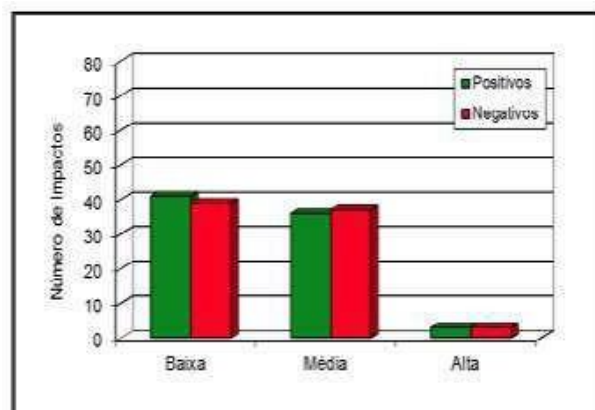
Gráfico 5: Impactos ambientais para sua área de influência



Fonte: Sá, 2015.

O estudo também apresenta o caráter de magnitude dos impactos gerados apresentando a grandeza da intervenção e a escala dos impactos gerados. Dos 159 impactos, 80 são de baixa magnitude, 73 de média magnitude e 06 de alta magnitude. (Sá, 2015).

Gráfico 6: impactos gerados, a grandeza da intervenção e escala de impactos



Fonte: Sá, 2015.

É possível estabelecer dois tipos de magnitude de impacto gerado pelo empreendimento, a área de influência direta (AID) e área de influência indireta (AII). Classifica-se no primeiro cenário qualquer elemento dentro de um raio de 500 m do em torno da área total do empreendimento que constitui 581,76 há. No que se refere à AII, esse pode ser caracterizado como um espaço que não é diretamente afetado pelas estruturas do empreendimento, mas sofre influência indireta que impactarão elementos sociais, econômicos e ou ambientais (Sá, 2015).

É importante destacar que para a autorização de uma Licença de instalação (LI) e demais

tipos de licenças, o órgão ambiental realiza recomendações, denominados de condicionantes ambientais, conjunto de ações que visam mitigar os impactos previstos, estabelecendo regras que obrigatoriamente devem ser cumpridas para prosseguimento do projeto. Em caso de descumprimento das condicionantes o órgão ambiental pode suspender ou cancelar a licença, aplicar embargos e multa e inicia-se uma responsabilização nas esferas criminal e civil dos responsáveis pelo projeto.

No âmbito do RIMA, destaca-se o plano de acompanhamento e monitoramento ambiental que prevê programa de comunicação social, educação ambiental, resgate e salvamento de fauna, monitoramento de fauna, monitoramento de qualidade da água, do solo de ruídos e vibrações. Também está previsto um plano de identificação resgate e monitoramento arqueológico bem como um plano de auditoria ambiental. Essas estratégias objetivam compatibilizar a instalação e sucessiva operacionalização do empreendimento para propiciar uma redução dos impactos negativos.

Na dimensão social não foram constatados a presença de comunidades tradicionais como quilombos ou tribos indígenas. O RIMA também apresenta um caráter descritivo, discorrendo aspectos físicos para relacioná-los ao elemento socioambiental, citando equipamentos públicos e construções residenciais, bem como aspectos econômicos da região, como extrativismo mineral, extração de areia, criação de caprino, cultivo de tomate e cheiro verde, bem como o cotidiano da população (Sá, 2015).

Na localidade Sítio Cacimbas na tipologia das edificações habitacionais predomina as construções estruturadas em alvenaria com revestimento, a maioria com tipo de instalação predial tipo residencial, e em número bastante reduzido do tipo misto residência e comércio, apresentam arquitetura simples dentro do padrão regional do município. Nesta localidade encontra-se aproximadamente 93 unidades residenciais, sendo que desse universo, 04 (quatro) são tipo taipa (Sá, 2015).

Foi realização de uma audiência pública como parte das estratégias de mitigação dos impactos sociais, entretanto não consta dados qualitativos advindos de entrevistas ou qualquer tipo de metodologia participativa, figurando a comunidade como receptora da notícia de realização de um empreendimento na região e não como ator social de negociação.

A dimensão paisagística também é um elemento citado no RIMA porém não se percebe em sua leitura a problematização dos aspectos simbólicos que a alteração visual gerada por aerogeradores pode proporcionar na população que vive próxima a esses equipamentos. Ações na paisagem podem gerar uma descaracterização visual, que por sua vez acarreta uma perda de

identidade territorial na medida em que a população não mais reconhece aquele local como sua morada, com repercussões psicológicas e culturais. Essa prática é citada como uma racionalidade “tecnocrática” na medida em que grandes empreendimentos priorizam elementos quantitativos em detrimento dos aspectos subjetivos da população local.

Ainda que tecnicamente bem estruturado na análise física dos impactos, tais como elementos de solo, água e ruído, observa-se a ausência de estudos como leitura da paisagem, estratégia em que os próprios moradores desenham mapas da região e apresentam elementos que desde a sua percepção possui destacada importância. A ausência de uma base etnográfica pode impactar de maneira negativa a legitimidade social do empreendimento, principalmente no que se refere ao discurso citado no RIMA de “desenvolvimento limpo”. Esses estudos são fundamentais na medida em que considera que os impactos são percebidos não somente como uma mudança física, mas como rupturas simbólicas e principalmente afetivas.

Adicionalmente, é pertinente destacar o trecho no RIMA referente à Conclusão do referido documento, como perspectivas futuras e visões de desenvolvimento, ao afirmar que “Com a implantação das CGE, a introdução de uma atividade, nos moldes do desenvolvimento sustentável, seria uma forma a mais de agregar valores e obter rendimentos através da exploração racional e planejada do local”. Esse entendimento está em clara consonância com o estabelecido na ECO-92 e seus preceitos de crescimento verde pautado na perpetuação de uma lógica neoliberal. (Sá, 2015).

Um ponto importante a se destacar em uma análise mais detalhada do RIMA é que o relatório apresenta 121 impactos prognosticados sobre o meio socioeconômico, dos quais 48 são de caráter negativo e 73 de caráter positivo. Resta implícito que o empreendimento entende que as maiores benesses serão geradas no aspecto socioeconômico, pois se analisarmos os impactos no meio físico dos 42 prognosticados, 35 são de caráter negativo. Se a análise for sobre o meio biótico 37 impactos prognóstica 12 são relatados dos quais 34 são de caráter negativo. (Sá, 2015).

Ao se debruçar no aspecto socioeconômico, o RIMA apresenta como possível aspecto positivo do empreendimento: a operação do empreendimento eólico na região agregará uma nova forma de uso do solo, que deixará de ser exclusivamente agrícola ou agropecuário, para ser também industrial. Também é sinalizado “geração de expectativas positivas nas comunidades do entorno da Área de Influência (AI) , pois muitos podem vislumbrar alguma oportunidade de negócio”. Face à tantas expectativas, convém entender em que termos o documento norteador RIMA se traduz em realidade. (Sá, 2015).

## 5. PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS GERADOS PELO EMPREENDIMENTO

O município cearense de Ibiapina é dividido em quatro distritos: Ibiapina (sede), Alto Lindo, Betânia e Santo Antônio da Pindoba (PREFEITURA DE IBIAPINA, 2025). Esse último abriga o complexo BVS2, a localidade pois possui cerca de 567 pessoas e representa o distrito com o menor contingente populacional. A região é marcada por diversos eventos culturais, como cavalgadas e cultos religiosos, conforme cita o RIMA do empreendimento.

A localidade Sítio Cacimbas apresenta uma cultura/tradição singular que está voltada para o cemitério situado na localidade, que pode ser considerado como um turismo religioso. O cemitério possui uma capela denominada Igreja do Cemitério da Alma do Zé da Luz que é aberta somente no dia de Finados ou para pagamento de promessa (SÁ, 2025).

A prática de eventos culturais é um destacado fator identitário local e um dos elementos apontados por Dorsa (2024) como processo simbólico de apropriação territorial, o autor entende que “no sentido cultural ou simbólico cultural, o território é visto em uma visão de apropriação/valorização simbólica de um grupo em relação ao seu espaço vivido.”

A estratégia de levantamento de frequência lexicais empregue na presente pesquisa apresentou as palavras que mais aparecem em determinados discursos. A tabela x apresenta a forma (palavra usada), frequência de ocorrência (quantas vezes foi citada), e a classificação morfológica (tipos). Observou-se que as quatro primeiras palavras com maior frequência são advérbios, sugestivo de um discurso informal, pessoal e que expressa uma relação de territorialidade (aqui) e intensidade (nada, muito). Essa evidência permite inferir uma clara ligação entre os entrevistados e seu território. Ao analisarmos os verbos mais citados, é possível constatar um caráter narrativo que visa descrever vivências, verbos como vir, dar e reunir foram frequentemente usados.

É possível constatar, adicionalmente, diversos verbos de ação coletiva ou movimento, tais como “vir”, “dar”, “reunir”, “ficar”, “chegar” e “plantar” associado a verbos de fala e cognição como “falar”, “perceber” e “pensar”. Esses verbos permitem inferir vivências ativas e principalmente territoriais, evidenciando uma comunidade que pensa e verbaliza a sua condição.

**Tabela 3:** Verbos relacionado à vivências ativas e territoriais, presentes nas falas.

Forma	Freq.	Tipos
aqui	29	adv
assim	19	adv
nada	18	adv
muito	17	adv
porque	16	adv
quando	15	adv
vir	14	ver
dar	13	ver
reunir	13	ver
agora	11	adv
ficar	10	ver
falar	10	ver
nunca	10	adv
tudo	9	adv
ganhar	8	ver
ali	8	adv
acostumar	7	ver
mesmo	7	adv
chegar	7	ver
depois	6	adv
bem	6	adv
pessoal	6	adj
plantar	5	ver
ruim	5	adj
perceber	5	ver
ainda	5	adv
pensar	4	ver

Fonte: próprio autor, 2025.

A figura 8, por sua vez, representa a estratégia de nuvem de palavra, instrumento que possibilita identificar o assunto central de um determinado conteúdo. Nessa forma de representação a palavra de maior tamanho é também a mais frequente, e por sua vez a de menor tamanho é a que possui menor frequência. É possível por meio desse instrumento mapear de maneira rápida e precisa os termos mais repetidos e, portanto, mais relevantes.





ocorrência de palavras. As barras coloridas indicam o percentual do texto pertencente a cada classe. A classe 2 de coloração verde é a que apresenta maior dominância podendo representar estruturas recorrentes no corpo do texto. A classe 1 se relaciona diretamente com duas indicando agrupamentos lexicais similares pois estão na mesma subdivisão da árvore. Do mesmo modo a classe 4 que está diretamente relacionado com a classe 3.

É possível inferir uma diversidade nos assuntos tratados nas respostas fornecidas pelos entrevistados, pois as porcentagens estão distribuídas de maneira mais equilibrada indicando um tema que não possui um domínio absoluto de uma única perspectiva.

**Gráfico 7:** Classificação hierárquica descendente das expressões presentes nas falas.



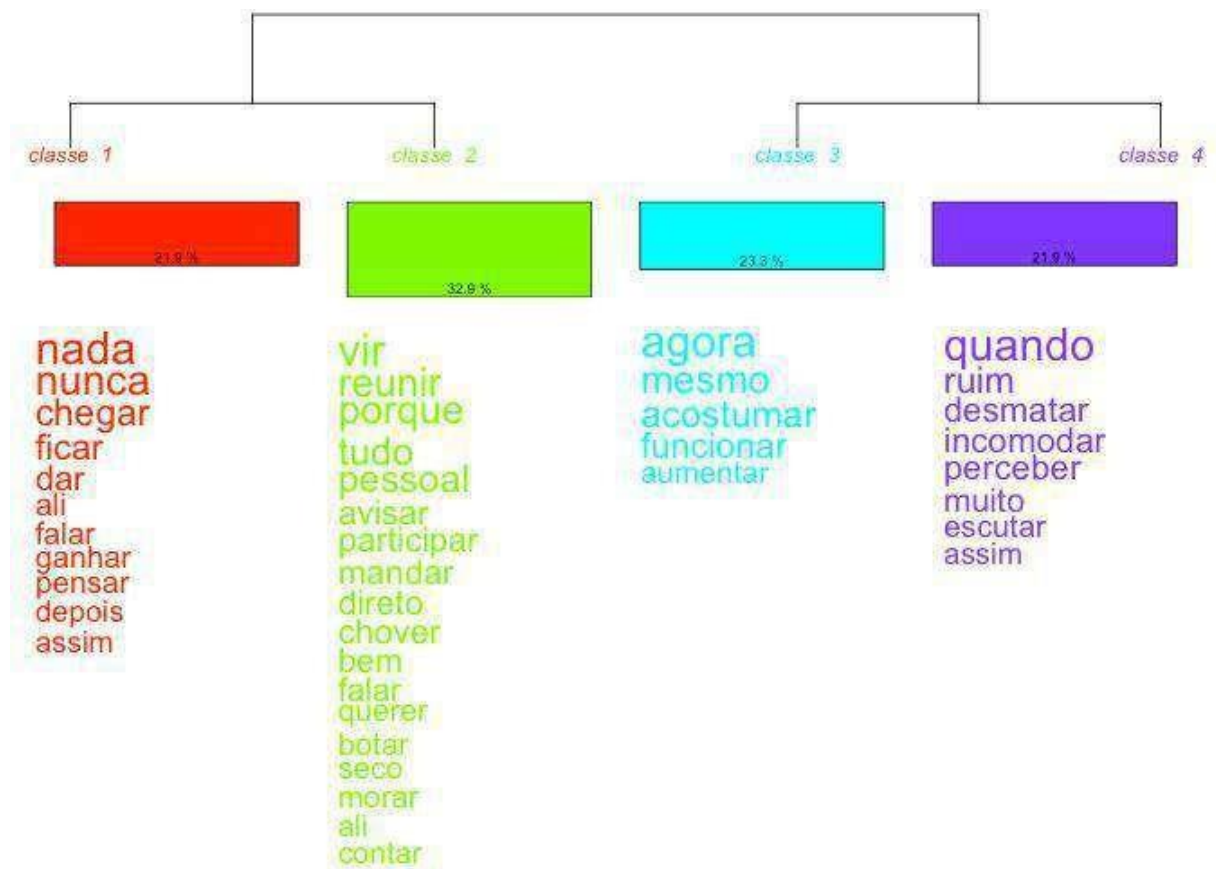
Fonte: próprio autor, 2025.

O gráfico 8 apresenta os vocábulos pertencentes a cada classe, possibilitando uma problematização mais precisa ao se incluir léxicos entendidos como de mesma categoria. “Nada”, “nunca” e “chegar” são palavras da classe 1 que estão diretamente relacionadas entre si e com palavras como “vi”, “reunir” e “porque” da classe 2. Do mesmo modo palavras como “agora”, “mesmo” e “acostumar” da classe 3 estão relacionadas diretamente com palavras com “quando”, “ruim” e “desmarcar” pertencentes à classe 4.

Observa-se que a classe 2 representada em verde é uma categoria com maior

representatividade (32,9%), palavras como “vir”, “reunir”, “tudo” e “pessoal” podem sinalizar para uma mobilização inicial que se associado com as palavras “porque” e “contar” podem apontar uma busca por justificativas ou mesmo compreensão. Ainda que essa mobilização represente um certo grau de engajamento essa classe 1 (diretamente relacionada com a classe 2) também possibilita inferir desilusão e descrença Com os benefícios do empreendimento, palavras como nunca chegar ou nunca ficar corroboram essa tese.

**Gráfico 8:** Vocábulo pertencentes a cada classe hierárquica



Fonte: próprio autor, 2025.

O Gráfico 9 representa um plano fatorial resultado da análise fatorial de correspondência aplicada sobre um corpus textual. Apresentando de maneira mais concisa e visual, este gráfico permite a visualização das relações semânticas entre palavras e classes desvelando nuances de proximidade de sentido.

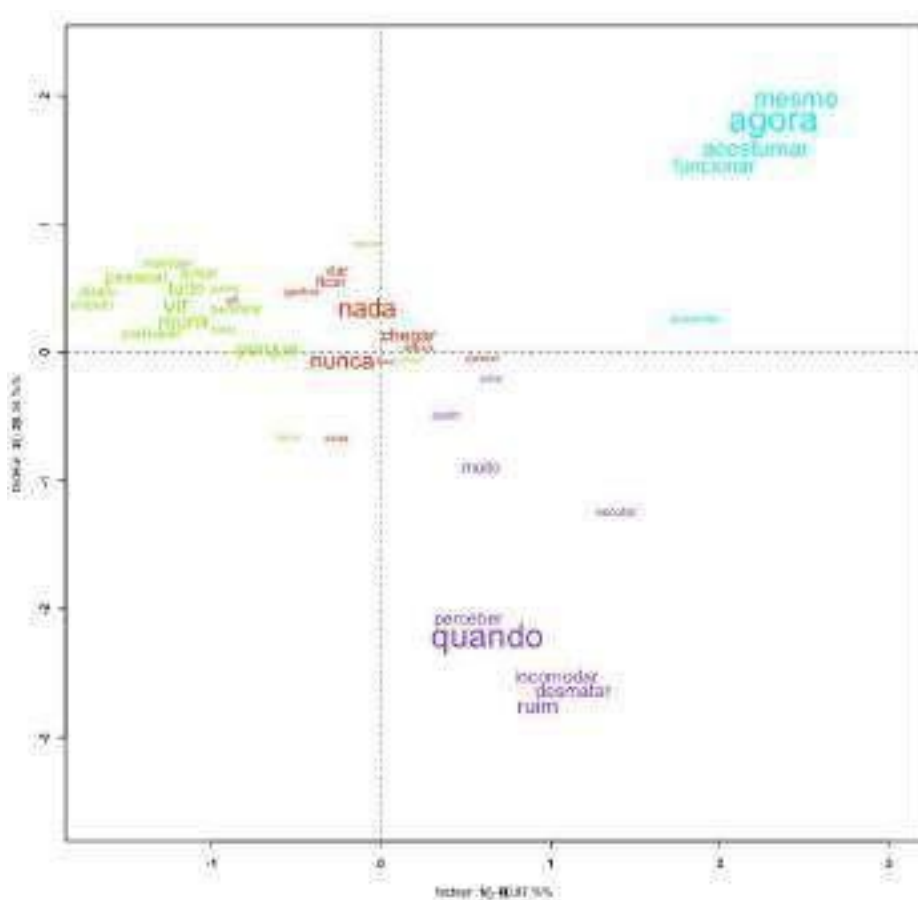
A centralidade da classe 1 representada pela coloração vermelha retrata um sentimento de conformismo e principalmente frustração, remetendo há uma perspectiva de expectativas não alcançadas e uma linguagem negativa adotada pela maioria dos participantes da pesquisa. Os termos da classe 2 representados em verde sugerem elementos como

participação e organização, permitindo inferir uma disposição coletiva, ainda que caráter limitado, para um protagonismo das ações em seu território, porém observa-se uma falta de continuidade nas relações entre a comunidade e o empreendimento.

Os termos da classe 3 representados em azul claro apresenta palavras de adaptação e naturalização ao evidenciar léxicos como mesmo, agora acostumar e funcionar, possibilitando a inferência de que a comunidade se adaptou a um novo contexto na qual internalizou-se no cotidiano a presença do empreendimento no local.

A classe 4, representada com a coloração roxa evidencia impactos ambientais e uma percepção crítica ao se destacar vocábulos como incomodar quando desmatar perceber e ruim. Ao se relacionar essa classe com a classe 3, apontada como correlata no gráfico 8 pode-se entender como uma naturalização dos efeitos negativos do empreendimento.

**Gráfico 9:** Plano e análise fatorial de correspondência sobre corpus textual.



Fonte: próprio autor, 2025.

É oportuno destacar que em muitos relatos há um caráter conformista com a presença e

principalmente com o funcionamento dos aerogeradores. Ao se questionar a intensidade do ruído ou mesmo se esse é incômodo, foi obtido respostas como: “Sim. Mas não incomoda muito não. Mais barulho é de noite, que faz aquela zuada.” No que se refere aos horários há relatos de que no período noturno há uma maior incidência de ruído.

Entrevistado w: Nada. O ruído a gente se acostumou-se, né? (tempo) Se acostumou-se. Essa zuadinha aí da torre já tá acostumado... A noite faz mais, agora de dia é mais pouco.

Essa realidade permite inferir uma normalização do incômodo em um processo de resignação simbólica na qual percebe-se o empreendimento como um “fato consumado”, algo que já faz parte do ambiente, sob o qual a comunidade não tem controle. Ainda que o caráter conformista predomine, há relatos expondo preocupação como os referidos ruídos, principalmente em períodos de chuva ou em momentos de elevada incidência de ventos.

Entrevistado z: O medo... um medo mais é quando tá relampeando, assim... um enovoadada, o vento tá forte... que aí a bicha faz ... faz muita zuada e é muito ruim! Tem vez que a gente se assusta e pensa que é um carro, que vem chegando e não é nada. Quando o vento vem no sentido e o negócio gira do outro, aí fica batendo. Depois disso também relampeja muito.

Entrevistado w: Quando tá fazendo muito vento, assim, no verão. Que a gente... a gente... é ... (tempo para pensar) a gente escuta muito barulho, assim, das torres girando. Principalmente no verão, quando tá ventando muito. Porque, no verão, aqui venta demais. De manhã é pior.

Adicionalmente chama atenção o doravante relato que cita incômodos e problemas que afetam inclusive a saúde dos moradores.

Entrevistado w: Esse barulho, é... a gente sente uma perturbação na cabeça. Mas só que... não é todo tempo, tem tempo que tem mais barulho, quando tá ventando muito. Incomoda demais... chega dói nos ouvido da gente. Mas quando não tem barulho não perturba muito não.

Esse ruído também é percebido como elemento que impacta no ecossistema local, principalmente no que se refere às caças. Foi relatado que “Com o barulho as caça vai mais pra longe.” Ante a esses impactos percebidos, foi questionado os ganhos que a comunidade pode

ter auferido com o empreendimento, observou-se relatos como:

Entrevistado x: Nada, nada mermu. Aqui, um que passou dentro terreno dele, ele ganhou. Um dono de terra como o seu (NOME OCULTADO PARA PRESERVAR A IDENTIDADE DE MORADORES LOCAIS), ali, que tem um terreno grande, passou as torres dentro. Ali ele ganhou. De cada torre tirou a indenização. Só trouxe pra quem tinha terra, né? O rico, que já tem, ganhou. Mas quem não tem nada? Ganha porra nenhuma!

Entrevistado x: Não. Disseram que ia chegar energia. Falaram dessa energia, mas essa daí é pra rico, nunca chega pra nós não, isso daí.

Entrevistado y: Eles deram, aqui, mais bem feito foi as rachadura nas casa, depois de feito, né? As torres (risos). Que tem medo de ficar até na cozinha por causa de cair. Mas nada nós nunca ganhemu. Não tem benefício de nada. Nem emprego, ninguém nunca nem ouviu falar! (tom de ironia). Falou que ia ter emprego pra todo mundo!. E pegou o nome de muita gente aqui, nesse tempo lá, pegou o nome de muita gente! Mas só que nunca saiu nada pra ninguém. Eu digo é porque eu fui pra reunião, pra assistir. Porque foi bem ali na casa de uma mulherzinha que é até minha cumade, ali.

No que se refere a reunião para a apresentação do empreendimento, foi relatado fragilidades no processo comunicativo entre o empreendimento e a comunidade, evidenciando uma comunicação unidirecional e a ausência de estratégias pedagógicas que aproximem as pessoas do empreendimento. Há um desconhecimento coletivo sobre o funcionamento dos diversos maquinários presentes no local e principalmente para onde a energia gerada irá.

Entrevistado y: A mulher que veio explicou que não podia, ninguém, andar por debaixo. Que que criança não podia ir, que não podia matar caça, nem... nem... essas coisa! Mas como funciona não explicou não, não lembro muito não. Eu fui participar da reunião, mas não lembro muito dessas coisas não. Só me lembro que ela falou que ia ter emprego para o pessoal. O pessoal tava interessado era pra ganhar alguma coisa. Mas aí não ganhou.

Entrevistado y: Foi assim, tem uma casa bem ali embaixo que eles fizeram uma reunião. Uma mulher veio pra fazer uma reunião lá. Aí, quem quisesse ir assistir, fosse. Ela disse que, quem quisesse ir assistir essa reunião, fosse. Uma moça que veio avisar, uma mulherzinha que mora ali. Que a mulher tinha mandado ela sair avisando. Aí ela veio avisar. Aí, um bocado foram ... que ela tinha dito que ia dar emprego, né? Só que o pessoal que foram, foi só pra quebrar a cara, nunca ganharam nada! Nenhum!

Nunca, nunca! Ninguém foi empregado!

É oportuno destacar como inferência do último trecho da entrevista um sentimento de frustração ou mesmo de quebra de confiança com a ideia de geração de emprego, na medida em que essa expectativa não foi atendida para a maioria dos entrevistados. Mesmo naqueles casos em que houve uma contratação, é possível constatar uma fala que evidencia o caráter transitório do emprego, referendando-o como algo efêmero.

## 6. CONCLUSÃO

A sociedade moderna tornou-se indiscutivelmente dependente da energia elétrica para realização das atividades de seu cotidiano. Do respirador de UTI à complexos sistemas militares, a eletricidade é elemento vital no cotidiano de bilhões de pessoas. Discutir possibilidades de geração elétrica é tratar de um assunto estratégico no mundo. Resta claro que a matriz de geração elétrica não renovável conduziu a humanidade à um contexto de crise global decorrente dos vastos impactos ambientais propiciados principalmente pela ejeção de gases de efeito estufa. Essa realidade tem o condão de colapsar os complexos e por vezes desconhecidos biosistemas que mantêm o macrossistema Terra e seus fatores bióticos em funcionamento.

No referido contexto de crise global resta por óbvio perceber a necessidade de uma transição energética que possibilite o funcionamento das atividades de suporte à vida em seu aspecto mais amplo, levando em consideração os limites ecológicos do planeta. Nesse sentido, as matrizes de energias renováveis, em especial as usinas eólicas representam uma destacada estratégia de mitigação de impactos, porém é preciso salientar que essa transição não deve ser confundida como mais uma transação na qual os atores sociais de sempre se beneficiam em detrimento de atores historicamente prejudicados (Países do sul global).

O presente estudo evidenciou que a transição energética pautada em eventos como a ECO-92, divulgado como um compromisso de sustentabilidade, na realidade perpetuou a lógica de economia verde propiciando uma legitimação para práticas que objetivem a acumulação de capital, podendo corroborar com a desigualdade histórica entre países e acentuar assimetrias socioeconômicas nas mais variadas localidades. O papel marcante das decisões políticas discutidas na ECO-92 promoveu soluções centradas em estratégias como valoração econômica e créditos de carbono sem se desfazer da velha lógica dos padrões produtivos globais e aspectos distributivos excludentes.

As decisões políticas do tipo *Top-Down*, tomadas “de cima para baixo”, presentes em diversos projetos “verdes” sem envolver adequadamente a comunidade diretamente afetada expõe uma relação assimétrica de poder entre Estado, instituições internacionais, empresas e principalmente populações, agravando um quadro de injustiça ambiental. É relevante destacar que as discussões sobre a transição energética não podem se fundamentar na ideia do senso comum de ser favorável ou contrário à um determinado empreendimento, mas deve ser pautado em se construir estratégias para um modelo menos excludente.

Especificamente na área de atuação do complexo BVS2 observou-se que foi previsto no âmbito do RIMA o desenvolvimento de diversas ações de acompanhamento e controle, seja dos níveis de ruído, de fauna e flora, práticas de Educação ambiental entre outros, porém até o momento da elaboração do presente estudo não foram encontrados mecanismos públicos de

divulgação do monitoramento dessas ações, portanto resta claro uma necessidade de aperfeiçoamento da comunicação das ações contínuas que porventura possam estar sendo desenvolvidas.

Conclui-se que há diversos impactos socioambientais decorrentes da instalação e operação do Complexo Eólico BVS2 na população diretamente afetada pelo empreendimento, essa percepção foi constatada na análise do discurso dos entrevistados que apontou sentimentos de desilusão e descrença com os pretensos benefícios do empreendimento, palavras como “nunca” e “chegar” ou “nunca” e “ficar” corroboram essa ideia. Entende-se que a comunidade percebe as mudanças geradas em seu território com um caráter crítico e majoritariamente negativo. A análise do discurso dos entrevistados possibilitou inferir uma forte ligação com o território, a palavra “aqui” ganhou destaque e frequentemente foi acompanhada de léxicos qualificadores como bom, chover e ficar. Adicionalmente percebe-se impactos negativos como desmatamento e suas repercussões.

Os entrevistados relatam alterações de fauna e flora, citando o ruído como elemento que afasta os animais da região. A poluição sonora ainda que seja naturalizada por alguns moradores, é motivo de preocupação para outros, que relatam danos à sua saúde. A análise aponta que os anseios da comunidade não foram atendidos na medida em que a geração de empregos, principal demanda dos entrevistados, se deu de maneira efêmera e os impactos decorrentes da implementação e sucessiva operação do empreendimento segue de maneira perene.

Importante citar o caráter meramente informativo das audiências públicas realizadas, figurando a comunidade como receptora passiva de um fato, a implantação do empreendimento. Destaca-se o completo desconhecimento dos habitantes locais sobre o funcionamento dos aerogeradores e principalmente, para onde a energia gerada seguirá. Essa realidade configura um quadro de injustiça ambiental, na medida em que não leva em consideração os habitantes do território como protagonistas da própria historicidade do local onde vivem.

Oportuno salientar a importância de novos estudos que possibilitem compreender de maneira mais ampla e em diversas regiões do país como o processo de transição energética está se desenvolvendo, principalmente no contexto de empreendimentos presentes em comunidades tradicionais e em como a população percebe a instalação e sucessiva operação de colossais aerogeradores.

## REFERÊNCIAS

- ABEEÓLICA (Brasil). **Boletim anual 2023**. Ni, 2023. 19 p. Disponível em: [https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2024/07/424\\_ABEEOLICA\\_BOLETIM-ANUAL-2024\\_DIGITAL\\_PT\\_V3.pdf](https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2024/07/424_ABEEOLICA_BOLETIM-ANUAL-2024_DIGITAL_PT_V3.pdf). Acesso em: 13 abr. 2025.
- ABRAHÃO, K. C. F. J.; SOUZA, R. G. V. Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica. **Ambiente Construído**, v. 21, n. 2, p. 383-408, abr. 2021. DOI 10.1590/s1678-86212021000200532.
- ACSELRAD, H. Ambientalização das lutas sociais: o caso do movimento por justiça ambiental. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 103-119, 2010. DOI 10.1590/S0103-40142010000100010.
- AMARANTE, O. A. C. *et al.* **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília: Eletrobrás, 2001.
- ANDRADE, A. L.; SANTOS, M. A. Hydroelectric plants environmental viability: strategic environmental assessment application in brazil. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 52, p. 1413-1423, dez. 2015. DOI. 10.1016/j.rser.2015.07.152.
- ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2020.
- ALBIERO, D. *et al.* Turbina eólica para agricultura familiar do semiárido com inovações tecnológicas para baixas velocidades de vento. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 1, p. 186-196, mar. 2014. Ni. DOI 10.1590/s1806-66902014000100022.
- ARBOIT, N. K. S.; DECEZARO, S. T.; AMARAL, G. M. *et al.* POTENCIALIDADE DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA GEOTÉRMICA NO BRASIL – UMA REVISÃO DE LITERATURA. **Geography Department, University Of Sao Paulo**, v. 26, p. 155-168, 2013. DOI 10.7154/rdg.2013.0026.0008.
- ARRAES, V. C. Guerra do Golfo: a crise da nova ordem mundial. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 47, n. 1, p. 112-139, jun. 2004. DOI 10.1590/s0034-73292004000100006.
- AVERSA, I. C.; MONTAÑO, M. A defasagem de conhecimento na prática na Avaliação de Impacto Ambiental em projetos de energia eólica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 52, p. 114-141, 30 dez. 2019. DOI 10.5380/dma.v52i0.62881.
- BALESTIERI, J. A. P. A geração de energia no contexto da sustentabilidade. **Fronteiras da Engenharia e Ciências Ambientais: perspectivas multidisciplinares**, [S. l.], p. 11-34, 2020.

DOI 10.7476/9786557140093.0002.

BARAVALLE, L. O mosaico causal do mundo orgânico. **Scientiae Studia**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 685-694, set. 2015 DOI. 10.1590/s1678-31662015000300010.

BARBOSA, Fernanda Escobar Fernandes; GIONGO, Carmem Regina; MENDES, Jussara Maria Rosa. Construção de hidrelétricas e populações atingidas no Brasil: uma revisão sistemática. **Aletheia** v. 51, n.1-2, jan./dez. 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 21, n. 59, p. 139-153, abr. 2007. DOI 10.1590/s0103-40142007000100011.

BERNARDES, S. et al. Analysis and Extent of Santa Fe River Flooding in North Florida Attributed to Rainfall and Wind Damage Associated with Hurricane Irma. **Journal Of Geoscience And Environment Protection**, [S. l.], v. 07, n. 11, p. 253-310, 2019 DOI 10.4236/gep.2019.711019.

BRASIL. **Eletrobras**. Ministério de Minas e Energia. Proinfa. 2022. Disponível em: <https://eletrobras.com/en/Paginas/Proinfa.aspx>. Acesso em: 05 mar. 2025.

CARVALHO, J. F. Energia e sociedade. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 28, n. 82, p. 25-39, dez. 2014. DOI 10.1590/s0103-40142014000300003.

CARVALHO, Osvaldo Ferreira de. As políticas públicas como concretização dos direitos sociais. **Revista de Investigações Constitucionais**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 773-794, 31 dez. 2019. DOI 10.5380/rinc.v6i3.59730.

CEARÁ. **ADECE**. FDI: Governo do Ceará estimula empresas incentivadas a investirem em projetos sociais do Estado. 2024. Disponível em: <https://www.adece.ce.gov.br/2024/06/06/fdi-governo-do-ceara-estimula-empresas-incentivadas-a-investirem-em-projetos-sociais-do-estado/>. Acesso em: 17 abr. 2025.

CEARÁ. **SEMACE**. Coema aprova projeto de Complexo Eólico nos municípios de Ubajara e Ibiapina. Disponível em: <https://encurtador.com.br/GTTYTP>. Acesso em: 12 mar. 2025.

CEARÁ. **Estado do Ceará**: Atlas do potencial eólico. Fortaleza: Secretaria de infraestrutura, 2001. Disponível em: [https://cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf](https://cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf). Acesso em: 10 fev. 2025.

CEARÁ. **Dispõe sobre o programa de desenvolvimento da cadeia produtiva geradora de energia eólica - PROEÓLICA**. Decreto nº 27.951, de 10 de outubro de 2005. Fortaleza, CE.

CEARÁ. **Regulamenta a lei no 10.367, de 07 de dezembro de 1979, que dispõe acerca do fundo de desenvolvimento industrial do Ceará (FDI) e dá outras providências**. Decreto nº 32.438, de 08 de dezembro de 2017. Fortaleza, CE.

CEARÁ. Secretaria do Planejamento e Gestão. **Plano Plurianual: 2024-2027 - serra da ibiapaba**. Fortaleza: Ni, 2023. 44 p. Disponível em: <https://www.seplag.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/14/2023/07/9.-PPA-24-27-Caderno-Serra-da-Ibiapaba-finalizado.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2025.

CEC, CLEAN ENERGY COUNCIL (Austrália). **Best Practice Guidelines for Implementation of Wind Projects in Australia**. Austrália: Clean Energy Council, 2018. Disponível em: <https://www.cleanenergycouncil.org.au/advocacy-initiatives/community-engagement>. Acesso em: 18 de mar. 2025.

CH2V. **Unifei**. O hidrogênio verde (H2V). CH2V, Itajubá, MG, 2019. Disponível em: <https://ch2v.unifei.edu.br/o-hidrogenio-verde-h2v/>. Acesso em: 13 abr. 2025.

COSTA, M. A. S. *et al.* Impactos Socioeconômicos, Ambientais e Tecnológicos Causados pela Instalação dos Parques Eólicos no Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 399-411, set. 2019. DOI 10.1590/0102-7786343049.

CRUZ, J. Com grande potencial em energias renováveis, o Ceará está se tornando a Casa do Hidrogênio Verde. **SEMACE**. 2024. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2024/01/03/com-grande-potencial-em-energias-renovaveis-o-ceara-esta-se-tornando-a-casa-do-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

DIAS, E. M. S.; TEIXEIRA, R. L. P.; PESSOA, Z. S. OLHARES SOBRE A EXPANSÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO RIO GRANDE DO NORTE: entre conflitos, controvérsias e possibilidades, *[S. l.]*, v. 1, n. 1, p. 1-21, 24 set. 2023. DOI. 10.1590/SciELOPreprints.6957.

DINIZ, T. B. EXPANSÃO DA INDÚSTRIA DE GERAÇÃO EÓLICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE À LUZ DA NOVA ECONOMIA DAS INSTITUIÇÕES. **Planejamento e Políticas Públicas**, v. 50, p. 233-241, 2018.

DINIZ, A. N.; RODRIGUES, C. F.; SOUSA, M. A.; LIMA, E. C. Diagnóstico dos impactos socioambientais da Serra da Meruoca-CE. **Homem, Espaço e Tempo**, v. 14, n. 3, p. 127-141, 2020.

DORSA, A.C. A importância dos espaços territoriais e as potencialidades das governanças. **Interações (Campo Grande)**, *[S. l.]*, v. 25, n. 2, p. e2524568, 2 ago. 2024. Universidade Catolica Dom Bosco. DOI 10.20435/inter.v25i2.4568.

DREW, D. **Processos Interativos Homem - Meio Ambiente**. Tradução de Vânia M. D. Carvalho. São Paulo: Difel, 1983.

FARIAS, L. M.; SELBITTO, M. A. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. *Revista Liberato*, *[S. l.]*, v. 12, n. 17, p. 07-16, 2011. **Revista Liberato**. DOI 10.31514/rliberato.2011v12n17.p07.

ETHW (EUA). Milestones: Vulcan Street Plant, 1882. 2025. **Ethew**. Disponível em: [https://ethw.org/Milestones:Vulcan\\_Street\\_Plant,\\_1882](https://ethw.org/Milestones:Vulcan_Street_Plant,_1882). Acesso em: 12 abr. 2025.

FARLEY, J.; DALY, H. **Economia Ecológica: princípios e aplicações**. Ni: Instituto Piaget, 2008. 530 p.

FERREIRA, L. F.; SANTANA, J. R.; RAPINI, M. S.; MOURA, F. R. Financiamento à pesquisa em energia renovável no Brasil: uma análise a partir do fundo setorial de energia. **Nova Economia**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 505-537, maio 2022. DOI. 10.1590/0103-6351/6984.

FREITAS, Maria Livia Pinheiro de *et al.* As ruínas da Velha Jaguaribara: impactos e prejuízos do deslocamento compulsório. **Estudos de Psicologia (Natal)**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 249-260, 24 mar. 2023. DOI 10.22491/1678-4669.20220023.

FRIEDRICH, J.; Ge, M.; PICKENS, A. A trajetória dos 10 maiores emissores de carbono desde o Acordo de Paris em gráficos interativos. **Brasil: WRI Brasil**, 09 mar. 2023. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/trajetoria-dos-10-maiores-emissores-de-carbono-desde-o-acordo-de-paris-emgraficos#:~:text=Os%20tr%C3%AAs%20maiores%20emissores%20de,das%20emiss%C3%B5es%20mundiais%20de%20GEE>. Acesso em: 24 de mar. de 2025.

FURTADO, Fabrina Pontes; PAIM, Elisangela. Energia renovável e extrativismo verde: transição ou reconfiguração?. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 202416pt, 5 jun. 2024. DOI 10.22296/2317-1529.rbeur.202416pt.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **Energy and Economic Myths**. New York: Permagon Press, 1976.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GINO, G. F.; LIMA, J. A. G. **Editora Realize**. Conflitos territoriais e injustiça ambiental na geração de energia eólica em Itarema, Ceará, Brasil. 2023. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2023/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV187\\_MD3\\_ID1616\\_TB521\\_13112023160447.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV187_MD3_ID1616_TB521_13112023160447.pdf). Acesso em: 07 abr. 2025.

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C.; MEIRELES, A. J. A. (org.). Impactos socioambientais da implantação dos parques de energia eólica no Brasil. **Observatório de Energia Eólica**. Fortaleza: Ufa, 2019. Disponível em: [https://www.observatoriodaenergiaeolica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/07/livro\\_web.pdf?](https://www.observatoriodaenergiaeolica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/07/livro_web.pdf?). Acesso em: 22 fev. 2025.

GRIMAL, P. **Dicionário da mitologia grega e romana**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1993.

HANS-OTTO PÖRTNER (Suíça). Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima (ed.). O Oceano e a Criosfera em um Clima em Mudança: um relatório especial do painel intergovernamental sobre mudança do clima. **IPCC**. Suíça: Ni, 2019. 42 p. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/11/SROCC\\_SPM\\_Portuguese.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/11/SROCC_SPM_Portuguese.pdf).

Acesso em: 02 mar. 2025.

HUBERMAN, L. **História da riqueza do homem**. 21. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1986.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World Energy Outlook 2023*. 353 p. 2023

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021.

JONNES, J. **Empires of Light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the Race to Electrify the World**. New York: Random House, 2003.

KPMG. **GERADORA EÓLICA BONOS VENTOS DA SERRA 2**. 2023. Disponível em: [https://www.bvs2.com.br/wp-content/uploads/2024/04/2023\\_KPMG\\_Relatorio\\_Auditores\\_BVS-2.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.bvs2.com.br/wp-content/uploads/2024/04/2023_KPMG_Relatorio_Auditores_BVS-2.pdf?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 26 jul. 2025.

LAYRARGUES, P. P. Subserviência ao capital: educação ambiental sob o signo do antiecológico. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 28-47, 2018. DOI 10.18675/2177-580X.vol13.n1.p28-47.

LIMA, A. A. et al. Uma revisão dos princípios da conversão fotovoltaica de energia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 42, n. 1, p. 1-1, 1 jan. 2020. DOI 10.1590/1806-9126-rbef-2019-0191.

LIMA, J. A. G. Conflitos e danos socioambientais na produção de energia eólica na comunidade do cumbe, Aracati, Ceará, Brasil. **Revista Geoece: tece**, [S. l.], v. 13, n. 25, p. 1-24, 23 dez. 2024. Universidade Estadual do Ceará. DOI 10.52521/geoece.v13i25.12797.

LIMA, J. A. G. **A natureza contraditória da geração de energia eólica no Nordeste do Brasil**. Fortaleza, CE: Editora da UECE, 2022. Disponível em: <https://www.uece.br/eduece/wp-content/uploads/sites/88/2022/06/A-natureza-contraditória-da-geração-de-energia-eólica-no-Nordeste-do-Brasil.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2025.

LIMA, José Auricélio Gois. **A natureza contraditória da geração de energia eólica no Nordeste do Brasil**. Fortaleza, CE: Editora da UECE, 2022.

LOMBORG, B. **O ambientalista cético: revelando a real situação do mundo**. 5. ed. Ni: Elsevier, 2002.

MACIEL, Nadine Gabryella Pontes *et al.* Processos de vulnerabilização de empreendimentos eólicos em comunidade camponesa no Agreste Meridional de Pernambuco. **Saúde em Debate**, [S. l.], v. 48, n. 1, p. 1-12, ago. 2024. DOI 10.1590/2358-28982024e18570p.

MARCOLIN, N. **Rotas da Eletricidade**: primeira usina hidrelétrica brasileira que gerou energia para população foi inaugurada há 116 anos. Primeira usina hidrelétrica brasileira que gerou energia para população foi inaugurada há 116 anos. 2015. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/autor/neldson-marcolin/>. Acesso em: 13 abr. 2025.

MARK, J. J. Heráclito: A vida é fluxo. **World History**. 2020. Disponível em: <https://www.worldhistory.org/trans/pt/2-75/heraclito-a-vida-e-fluxo/>. Acesso em: 04 mar. 2025.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. 2025. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/energia/>. Acesso em: 02 mar. 2025.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Fontes renováveis atingem 49,1% na matriz energética brasileira**. 2024. Disponível em: [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/fontes-renovaveis-atingem-49-1-na-matriz-energetica-brasileira?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/fontes-renovaveis-atingem-49-1-na-matriz-energetica-brasileira?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 10 jul. 2025.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Fontes renováveis responderam por 93,1% da geração de energia elétrica em 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/fontes-renovaveis-responderam-por-93-1-da-geracao-de-energia-eletrica-em-2023>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MOODY'S. **RELATÓRIO DE CRÉDITO**. 2024. Disponível em: [https://moodyslocal.com.br/wp-content/uploads/2024/08/1.2\\_MLBR\\_RelatoriodeCredito\\_BVS2\\_21.08.2024-2.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://moodyslocal.com.br/wp-content/uploads/2024/08/1.2_MLBR_RelatoriodeCredito_BVS2_21.08.2024-2.pdf?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 08 jun. 2025.

MOURA, B. A. **Benjamin Franklin e a eletricidade**. A Filosofia Natural de Benjamin Franklin: traduções de cartas e ensaios sobre a eletricidade e a luz, [S. l.], p. 13-36, 2019. DOI 10.7476/9786589992288.0002.

MUÑOZ, M. S. G. *et al.* Impactos ambientais e socioeconômicos da produção integrada de base ecológica em unidades de produção familiar do Distrito Federal e entorno. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 1, p. 1-15, 2022. DOI 10.1590/1806-9479.2021.222418.

NAVARA, K. J.; NELSON, Randy J. The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. **Journal Of Pineal Research**, [S. l.], v. 43, n. 3, p. 215-224, 25 jun. 2007. DOI. 10.1111/j.1600-079x.2007.00473.x.

OLIVEIRA, Leandro Dias de. Cinquenta anos das Conferências Ambientais da Organização das Nações Unidas: qual é o legado para as condições de saúde humana?. **Cadernos de Saúde Pública**, [S. l.], v. 38, n. 12, p. e00130522, 2022. DOI 10.1590/0102-311xpt130522.

PAIVA, I. T. P; LIMA, E. C. CONFLITOS AMBIENTAIS, ENERGIA EÓLICA E JUSTIÇA AMBIENTAL: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA ANÁLISE CRÍTICA. **Revista GeoUECE (Online)**, v. 08, n. 14, p. 294-315, jan./jun. 2019.

PEREIRA, G. M. HISTÓRIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 117-127, 2016. DOI. 10.29327/241867.11.1-7.

PEREIRA, Lorena Izá; VITAL, Miriam Moura; FONSECA, Roberta Oliveira da. Impactos territoriais e a instalação de projetos eólicos na comunidade tradicional pesqueira de Enxu Queimado (Pedra Grande/RN): transição energética ou uma nova fronteira para a acumulação do capital?. **Revista Nera**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. e10314, 17 jul. 2024. DOI 10.47946/rnera.v27i3.10314.

PESSOA, Z. S. (org.). **Energia Eólica: perspectivas e desafios no rio grande do norte**. Natal: Livraria da Física, 2022. 260 p.

PEYERL, D. **O petróleo no Brasil: exploração, capacitação técnica e ensino de geociências (1864-1968)** [online]. São Bernardo do Campo, SP: Editora UFABC, 2017, 278 p. ISBN 978-85-68576-78-6. DOI. 10.7476/9788568576786.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. Ambiente e Agua. **An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, v. 12, n. 6, p. 1082, 23 nov. 2017. DOI 10.4136/ambi-agua.2064.

PORTO, M. F. Saúde pública e (in)justiça ambiental no Brasil. *In*: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. (org.). **Justiça Ambiental e cidadania**. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/468vp/pdf/porto-9788575415764.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2025.

PREFEITURA DE IBIAPINA. **O MUNICÍPIO: dados do município**. Dados do município. 2025. Disponível em: <https://ibiapina.ce.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em: 20 jul. 2025.

RAIMO, S. E. F.; KAKINAMI, S. H. RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL. **RIMA: 1a etapa do complexo eólico ibiapaba sul**. São Paulo: Arcadis, 2018. 88 p. Disponível em: [https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2020/02/2018\\_RIMA-1ª-ETAPA-DO-COMPLEXO-EOLICO-IBIAPABA-SUL.pdf](https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2020/02/2018_RIMA-1ª-ETAPA-DO-COMPLEXO-EOLICO-IBIAPABA-SUL.pdf). Acesso em: 20 fev. 2025.

REINERT, M. Um método de classificação hierárquica descendente: aplicação à análise lexical por contexto. **Les Cahiers de l'Analyse des Données**, Paris, v. 8, n. 2, p. 187-198, 1983.

RIBEIRO, Fernando Pinto. O paradigma ambiental na globalização neoliberal: da condição crítica ao protagonismo de mercado. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 211-226, ago. 2012. DOI 10.1590/s1982-45132012000200004.

RIBEIRO, G. L. **Parques eólicos: Impactos socioambientais provocados na região da praia do Cumbe, no município de Aracati Ceará**. 2013. 154 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/Sp, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/ff7bcd38-ec45-44a9-a76e-86726762f1b1/content>. Acesso em: 21 fev. 2025.

RIGOTTO, R. M. As inter-relações saúde-trabalho-ambiente: conflitos e desafios. *In*:

GEREMIA, D. S., ALMEIDA, M. E. **Saúde coletiva: políticas públicas em defesa do sistema universal de saúde** [online]. Chapecó: Editora UFFS, p. 235-256, 2021. ISBN: 978-65-86545-54-8. DOI. 10.7476/9786586545562.0013.

RIPPLE, W. J. *et al.* The 2023 state of the climate report: entering uncharted territory. **Bioscience**, [S. l.], v. 73, n. 12, p. 841-850, 24 out. 2023. DOI. 10.1093/biosci/biad080.

RODRIGUES, L. M.; LIRA, M. A. T.; SOUSA NETO, M. L. Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas a partir da Substituição Gradual de Termelétricas a Carvão por Usinas Fotovoltaicas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, p. 415-424, set. 2020. DOI 10.1590/0102-7786353006.

ROSSETTI, J. **Introdução a economia**. 21. ed. Ni: Atlas, 2016. 1024 p.

SÁ, T. D. Relatório de Impacto Ambiental: complexo eólico bons ventos da serra 2. **SEMACE**. Fortaleza: Ni, 2015. 217 p. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2019/08/584-2015.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SÁNCHEZ, L.H. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos.

SACHS, I. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 55, p. 195-214, dez. 2005. DOI 10.1590/s0103-40142005000300014.

SEMACE, Ascom (org.). Coema aprova projeto de Complexo Eólico nos municípios de Ubajara e Ibiapina. **Ceará**. 2023. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2023/04/14/coema-aprova-projeto-de-complexo-eolico-nos-municipios-de-ubajara-e-ibiapina/?u>. Acesso em: 22 fev. 2025.

SANTOS, Franco Porto; SOUZA, Lucas Barbosa. Study of the environmental quality perception through. **Mercator**, [S. l.], v. 14, n. 02, p. 57-74, 20 jul. 2015. DOI 10.4215/rm2015.1402.0004.

SEMACE. **Implantação de complexo eólico em Ibiapina e Ubajara é debatido em audiências públicas**. Disponível em: <https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=Implanta%C3%A7%C3%A3o+de+complexo+e%C3%B3lico+em+Ibiapina+e+Ubajara+%C3%A9+debatido+em+audi%C3%A7%C3%B5es+p%C3%BAblicas&ie=UTF-8&oe=UTF-8>. Acesso em: 23 jun. 2024.

SEVÁ FILHO, A. O. Capitalismo e Energia: alguns mecanismos básicos dos conflitos e das injustiças sofridas pelo povo brasileiro. In: PORTO, M. F.; PACHECO, T.; LEROY, J. P.; *et al.* **Injustiça ambiental e saúde no Brasil: o Mapa de Conflitos** [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2013, p. 107-253. ISBN 978-85-7541-576-4.

SERAPIÃO, F. Peritos da PF calculam em R\$ 525 milhões os danos por vazamento de óleo de 2019, **Folha de São Paulo**, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2022/06/peritos-da-pf-calculam-em-r-525-milhoes-os-danos-por-vazamento-de-oleo-de-2019.shtml>. Acesso em: 8 mar. 2025.

SILVA, F. J. R. *et al.* Análise de potencial eólico utilizando o software wasp e dados de medição de anemômetro de torres Meteorológicas. *In: ABDALA, M. R. W. S. A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 2*. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. p. 128-134. DOI 10.22533/at.ed.45619040414.

SILVA, M. S.; SCHWARZ, H.; PFEIFFER, K. Integração da geração eólica nas redes de transmissão e distribuição. *In: OSETORELETRICO. Energias renováveis alternativas*. 6. ed. Ni: Ni, 2012. p. 46-53. Disponível em: [https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/Ed77\\_fasc\\_renovaveis\\_cap5.pdf](https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/Ed77_fasc_renovaveis_cap5.pdf). Acesso em: 12 fev. 2025.

SILVA, T. A. A. Energia Limpa para Quem? Impactos da Produção de Energia Eólica sobre Pequenos Agricultores do Agreste Pernambucano. *Mediações - Revista de Ciências Sociais, [S. l.]*, p. 1-14, 3 nov. 2023. DOI. 10.5433/2176-6665.2023v28n3e47247.

SILVA, R. N. *et al.* Environmental injustice caused by wind farms: a systematic literature review. *International Journal Of Advanced Engineering Research And Science, [S. l.]*, v. 9, n. 9, p. 023-023, 2022. AI Publications. DOI. 10.22161/ijaers.99.3.

SOARES, Bruno Ferreira; CHACON, Suely Salgueiro; QUEIROZ, Ivan da Silva; SOUZA, Francisca Laudeci Martins. TERRITÓRIO E ESPAÇO URBANO: uma análise sobre o processo de formação/expansão do bairro seminário em Crato-CE. *Revista de Geografia, [S. l.]*, v. 34, n. 3, p. 63-85, 22 dez. 2017. DOI 10.51359/2238-6211.2017.229286.

SPOSITO, E. S. (org.). **O novo mapa da indústria no início do século XXI: diferentes paradigmas para a leitura das dinâmicas territoriais do estado de São Paulo**. São Paulo: Unesp, 2015. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/6y9nc/pdf/sposito-9788568334669.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2025.

STADLER, P. S. **Estudo dos impactos ambientais de parques eólicos no município de Trairi no Ceará**. 2021. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energias Renováveis). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

STOUT, D. Stone toolmaking and the evolution of human culture and cognition. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B. Biological Sciences, [S. l.]*, v. 366, n. 1567, p. 1050-1059, 12 abr. 2011. DOI. 10.1098/rstb.2010.0369.

TEIXEIRA, Raquel Oliveira Santos; ZHOURI, Andréa; MOTTA, Luana Dias. Os estudos de impacto ambiental e a economia de visibilidades do Desenvolvimento. *Revista Brasileira de Ciências Sociais, [S. l.]*, v. 36, n. 105, p. 1-18, 2021. DOI 10.1590/3610501/2020.

TONIDANDEL, D. A. V.; ARAÚJO, A. E. A.; BOAVENTURA, W. C. História da Eletricidade e do Magnetismo: da antiguidade à idade média. *Revista Brasileira de Ensino de Física, [S. l.]*, v. 40, n. 4, p. 1-15, 2 ago. 2018. DOI. 10.1590/1806-9126-rbef-2018-0046.

VEIGA, J. E.; PEREIRA, O. P.; OLIVEIRA, A. **Energia Eólica**. São Paulo: Senac São Paulo, 2012. 213p.

VENTURA, Andréa Cardoso; DAVEL, Eduardo Paes Barreto. Impacto Socioambiental da Pesquisa. **Organizações & Sociedade**, [S. l.], v. 28, n. 99, p. 710-721, dez. 2021. DOI 10.1590/1984-92302021v28n9900pt.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

### I. Informações iniciais

- Data da entrevista:
- Código do entrevistado:
- Nome (opcional):
- Sexo: ( ) feminino ( ) masculino ( ) outro
- Ocupação:
- Tempo de residência:
- Comunidade onde reside:

### II. Percepções de Impactos Ambientais

- Você percebeu alguma mudança no clima desde a instalação do complexo eólico BVS2? Se sim, quais?
- Você notou alteração no nível de ruído (barulho)? Se sim, em quais horários?
- A paisagem foi afetada pela presença desses equipamentos? Se sim como você descreve essa mudança?
- Você percebeu mudanças na fauna e flora local? Quais?

### III. Percepções de impacto socioeconômico

- Você acha que o empreendimento gerou novos postos de trabalho para a comunidade?
- Alguém da sua família foi beneficiado?
- Na sua opinião a usina eólica trouxe benefícios econômicos para a comunidade?
- Você acha que a atividade agrícola foi afetada pelas usinas eólicas?

### IV. Relação com o empreendimento

- você ou alguém da sua comunidade tiveram contato com algum representante da empresa em algum momento? Como foi esse contato?
- A empresa promoveu consultas públicas para ouvir a população?
- Você sabe como funciona uma usina eólica?
- Você acha que o empreendimento e seu funcionamento impactam a sua saúde?

### V. Percepções gerais: Passado, presente e futuro

- Como você descreve a sua qualidade de vida antes da instalação do complexo eólico BVS2? E depois da instalação? Você considera que a sua qualidade de vida melhorou, piorou ou permaneceu igual?
- Quais as suas expectativas em relação ao empreendimento?

- Você acha que é possível fazer algo para reduzir os impactos?

**VI. Considerações finais**

- Você gostaria de realizar algum comentário adicional ou falar sobre algo que não foi abordado na pesquisa?

## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Este é um convite especial para participação no projeto de pesquisa intitulado: “**Sob as sombras das hélices: impactos socioambientais de usinas eólicas no município de Ibiapina/CE**” Por favor, leia as instruções cuidadosamente e em caso de dúvida, pergunte ao responsável. **Informo que o TCLE será assinado em duas vias, portanto uma ficará com o pesquisador e outra com o participante. Caso queira recusar, não será penalizado (a) de forma alguma.**

### JUSTIFICATIVA

A região da Ibiapaba, termo tupi-guarani para “serra elevada”, localizada na fronteira dos Estados do Ceará e Piauí vem recebendo diversos empreendimentos eólicos devido a sua localização estratégica e características como: ventos constantes e intensos. Tendo 2.577 MW produzidos no ano de 2023 a partir de aerogeradores, capaz de abastecer 16 milhões de residências, o Estado do Ceará se destaca nacionalmente pela sua matriz eólica (CRUZ, 2024).

Ao restringirmos o espectro de análise para a região da Ibiapaba e considerando somente os projetos em andamento, há pelo menos dois parques eólicos em construção, o primeiro denominado Complexo Eólico Ibiapaba Sul, com uma potência planejada de 974,6 MW distribuídas em 443 torres de geração (RAIMO; KAKINAMI, 2018). O segundo, por sua vez, chamado de Complexo Eólico Tianguá/viçosa, com 354 MW previstos (SEMACE, 2023).

Para além das potencialidades, tais empreendimentos são descritos como geradores de impactos que iniciam em sua instalação, perpassando a operação e sucessiva manutenção. A transformação da paisagem e a restrição do acesso aos territórios, além dos constantes ruídos podem comprometer a dinâmica social e econômica da população, suscitando conflitos e vulnerabilidades socioeconômicas (GORAYEB; BRANNSTROM; MEIRELES, 2019).

O aspecto interdisciplinar do presente estudo aporta uma importante contribuição acadêmica na medida em que relaciona sociedade, economia e meio ambiente. No âmbito social, estudar-se-á os impactos nas comunidades tradicionais entendendo como a restrição de acesso à terra, as possíveis desarticulações de práticas culturais e os pretensos conflitos territoriais contribuindo, com isso, para a prática de justiça ambiental. No que se refere ao aspecto econômico, será possível entender as mudanças nas atividades locais como agricultura, pecuária e turismo ecológico, elementos que podem ser diretamente afetados pelo referido empreendimento. No aspecto ambiental será possível inferir impacto nos diferentes recursos naturais como córregos e áreas verdes. Adicionalmente, também possibilitará entender aspectos

relacionados à geografia das paisagens e como a população percebeu a mudança em seu entorno.

## **OBJETIVOS DO ESTUDO**

### **Objetivo primário:**

Analisar a percepção de impacto socioambiental da população diretamente afetada pelo empreendimento complexo eólico BVS2, em Ibiapina/CE

### **Objetivos secundários:**

- Investigar os conflitos socioambientais gerados pela implantação de usinas eólicas;
- Descrever os anseios dos diferentes atores sociais locais sobre a presença da usina eólica BVS2;
- Analisar os impactos socioambientais gerados pelo empreendimento.

## **PROCEDIMENTOS**

É possível classificar o presente estudo como exploratório e descritivo ao momento em que se propõe entender os impactos na vida da população diretamente afetada buscando descrever a sua subjetividade, fornecendo um quadro detalhado das percepções de mudanças geradas.

O estudo será desenvolvido na zona rural do município de Ibiapina, local descrito pelo RIMA do complexo BVS2 como sede do empreendimento, especificamente entre a região das localidades de Jaburuna e Santo Antônio da Pindoba. Pretende-se entrevistar os moradores da região que estejam localizados em um raio de até três quilômetros do empreendimento, número que se estima entre 8 e 10 participantes de diferentes grupos sociais, incluindo agricultores, comerciantes locais e possíveis comunidades tradicionais. Para a seleção dos participantes adotar-se-á uma amostragem não probabilística e intencional.

O critério de inclusão é residir na área de influência do complexo eólico antes, durante e após a construção do empreendimento e representar um dos grupos citados. Excluem-se do estudo as pessoas que não possuam nenhuma relação com o empreendimento.

A coleta de dados subjetivos realizar-se-á por meio da aplicação de questionário estruturado no formato de entrevistas que serão gravadas e posteriormente transcritas. Esse questionário visa traçar o perfil do entrevistado e será aplicado aos diferentes grupos de estudo. Será questionado: nome, ocupação e tempo de residência no local, as percepções sobre os impactos ambientais (alteração no clima, ruído, mudanças na paisagem, mudança na fauna e flora), impactos socioeconômicos (benefícios ou malefícios econômicos, especulação

imobiliária, impactos na agricultura e no comércio), relação com o empreendimento (contato com a empresa, processo de instalação, manutenção e operação, participação nas decisões do empreendimento) e percepções gerais (visão de passado, presente e futuro).

Referente ao procedimento de coleta, inicialmente serão selecionadas as comunidades que participarão da pesquisa de maneira aleatória que estejam próximas aos aerogeradores. A família será contactada para que o morador maior de idade possa participar, após este momento o participante será informado quanto ao tempo de duração da entrevista, em média 20 minutos. Ao decorrer da entrevista o participante será estimulado a sentir-se à vontade para responder às indagações.

### **DESPESAS DO VOLUNTÁRIO**

Todos os participantes estão isentos de qualquer custo.

### **PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA**

Sua participação nesse estudo é voluntária e você terá total liberdade para desistir a qualquer momento, sem prejuízo ou constrangimento.

### **SIGILO**

Todas as informações repassadas serão mantidas em total sigilo e qualquer informação divulgada em relatório ou publicação será feita de forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida. Assim, somente o pesquisador responsável terá acesso às informações.

Garantimos que caso seja lesado por algum dano decorrente da pesquisa ele será ressarcido. Qualquer despesa eventual por participação será ressarcida pelos pesquisadores, bem como algum dano gerado.

### **DÚVIDAS**

Você poderá esclarecer dúvidas ou realizar perguntas em qualquer etapa da pesquisa que julgar necessário.

**CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO**

Eu, \_\_\_\_\_, CPF n° \_\_\_\_\_ abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa acima descrita. Declaro que fui informado sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios desta pesquisa. Entendo que terei garantia de confidencialidade, ou seja, que apenas dados consolidados serão divulgados e ninguém, além dos pesquisadores, terá acesso aos nomes dos participantes da pesquisa. Entendo também, que tenho direito de receber informação adicional sobre o estudo a qualquer momento, mantendo contato com os pesquisadores e/ou orientador da pesquisa. Fui informado, ainda, que a participação é voluntária e se eu preferir não participar ou deixar de participar deste estudo a qualquer momento, os pesquisadores compreenderão a opção. Declaro não possuir nenhum grau de dependência com os pesquisadores envolvidos e portanto, não me sinto pressionado de nenhuma maneira a participar desta pesquisa, que compreendi tudo o que me foi explicado sobre o estudo a que se refere este documento com todas as páginas rubricadas em duas vias, sendo uma via do participante e um dos pesquisadores.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Sujeito

---

Victor Barreto Cavalcante - Pesquisador Responsável

## **APÊNDICE C – FOTOLIVRO**



# Sob as sombras das hélices: retratos de um território em transformação.

Orientação: Prof. Dr. Gil Célio de Castro Cardoso



# APRESENTAÇÃO

Este fotolivro reúne registros de 2 visitas técnicas realizadas respectivamente nos dias 1 e 8 de junho de 2025 para retratar o ambiente de análise da pesquisa de campo realizada no âmbito da dissertação de mestrado: Sob as sombras das hélices: análise dos impactos ambientais de usinas eólicas no município de Ibiapina/CE.





Começo da estrada não pavimentada que liga a zona rural de Pindoba e o município sede de Ibiapina.



Foto de uma das diversas casas abandonadas nas estradas de terra da região.

A photograph of a dirt road in a rural area. The road is reddish-brown and runs through a landscape with sparse vegetation and trees. Several utility poles with multiple power lines are visible along the road, extending into the distance. The sky is clear and blue.

Suntuosas torres que cortam as estradas de terra da região.



Ilustração de uma intrincada rede de torres de fiação elétrica que atravessam diversos paredões rochosos.



Uma das diversas placas de Licença de Operação de empreendimentos presentes na paisagem local.



Aerogeradores que marcam a paisagem das principais estradas de terra da região.



Via de entrada do parque eólico bons Ventos da Serra Cacimbas 5.

Suntuoso aerogerador em meio à estradas de terra da região.



Casa próxima à um parque eólico da região.



Representação de dezenas de aerogeradores e sua proximidade com as estradas de terra.



Aterro sanitário usado pelo município sede Ibiapina e adjacências.



Aterro sanitário usado pelo município sede Ibiapina e adjacências.



Vista de uma região descampada nas proximidades do aterro sanitário.



Vista de uma região descampada nas proximidades do aterro sanitário.



Imagem representativa de agricultura, principal atividade econômica da região.



Começo da estrada não pavimentada que liga a zona rural de Pindoba e o município sede de Ibiapina.



Aerogeradores que marcam a paisagem das principais estradas de terra da região.



Estrada não pavimentada que liga a zona rural de Pindoba e o município sede de Ibiapina.



Ruínas de uma casa abandonada da região.



Foto de uma das diversas casas abandonadas das estradas de terra da região.



Vista de parte do parque eólico Bons Ventos da Serra Cacimbas II.



Imagem que ilustra o frequente trânsito de vaqueiros pela região.



Caminhos das águas frias e escuras do rio pejuaba.

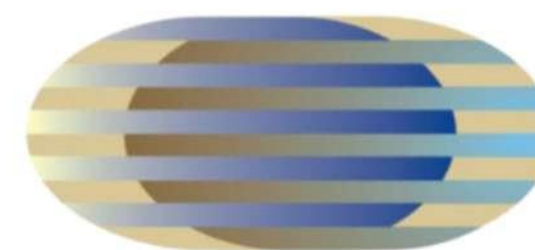
**Biólogo, Economista Ecológico e Educador, Victor Cavalcante atua na interface entre educação e meio ambiente, com ênfase em energias renováveis e acredita na educação como instrumento de transformação social.**



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ



Victor  
Cavalcante



**PRODEMA**