



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

LUZIA MYRLEYDE MOTA

**OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DO PARQUE EÓLICO
DE ICAPUÍ- CEARÁ**

MOSSORÓ

2023

LUZIA MYRLEYDE MOTA

**OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DO PARQUE EÓLICO
DE ICAPUÍ- CEARÁ**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientador: Prof.Dr. Rafael Oliveira Batista

MOSSORÓ

2023

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade da autora, sendo a mesma, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e sua respectiva autora seja devidamente citada e mencionada os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo autor

M917i Mota, Luzia Myrleyde.

Os impactos socioambientais da construção do parque
eólico de Icapuí-Ceará / Luzia Myrleyde Mota. - 2023.

45 f. : il.

Orientador: Rafael Oliveira Batista. Monografia
(graduação) - Universidade Federal

Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Agrícola e Ambiental, 2023.

1. energia renovável. 2. alterações. 3.
aerogeradores. 4. sustentabilidade. I. Batista, Rafael
Oliveira, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pela autora. Biblioteca Campus Mossoró/
Setor de Informação e ReferênciaBibliotecária: Keina Cristina
Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

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

LUZIA MYRLEYDE MOTA

**OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DO PARQUE EÓLICO
DE ICAPUÍ- CEARÁ**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Defendida em: 13 / 10 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



RAFAEL OLIVEIRA BATISTA

Data: 18/10/2023 15:38:12-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rafael Oliveira Batista, Prof. Dr. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente



ANA BEATRIZ ALVES DE ARAUJO

Data: 18/10/2023 18:37:04-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ana Beatriz Alves de Araújo, Profa. Dra. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente



LAYLA BRUNA LOPES REGES

Data: 18/10/2023 17:04:46-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Layla Bruna Lopes Reges, Eng^a Agrícola e Ambiental
Membra Examinadora

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus queridos pais,
Marta e Antonio (In Memoriam), com todo
meu amor e gratidão.*

“Se vi mais longe, foi por estar sobre ombros
de gigantes.” Isaac Newton.

AGRADECIMENTOS

Fechar um ciclo e obter sucesso é o desejo de todos. A dura caminhada e a incerteza é o combustível disso...

Primeiramente, agradeço ao meu bom Deus por me consolar nos momentos difíceis, me manter de pé em meio a um turbilhão de sentimentos aflorados pela perda dos meus pais durante meu período acadêmico. Nunca foi fácil, porém sem a ajuda deles jamais chegaria até aqui.

Minha eterna gratidão aos meus pais, Marta e Antonio, que não estão aqui fisicamente para participarem da realização do nosso maior sonho, mas carrego-os dentro da minha parte mais nobre do meu ser, o meu coração. A eles devo tudo que sou e que serei um dia. Obrigada, meus maiores amores, por me fornecerem a melhor educação, o melhor ensino e tudo que estivesse ao alcance de vocês. Sou grata também por apoiarem minhas decisões e a carreira que trilhei para mim.

Posteriormente, quero agradecer aos meus irmãos, Junior e Diego (minha maior herança), e a minha avó Zuleide, pelo amor, carinho, apoio e zelo durante toda minha vida.

Aos meus sobrinhos, Luis, Laura e Heitor por serem minha alegria, meu afago e meu momento de descanso preferido à companhia de vocês.

Agradeço à minha família de forma geral, minhas cunhadas, Natiele e Dalina, meus tios e primos, por sempre contribuírem para meu crescimento e formação.

Agradeço igualmente, a meu orientador, professor Rafael Batista e a minha querida professora Marineide Diniz e o professor Saulo Silva pela atenção, paciência e pelos preciosos conselhos.

Também presto os meus agradecimentos a todos meus amigos, que me ajudaram e compartilharam as responsabilidades, as emoções, as angústias e as dificuldades que me cercaram durante toda essa caminhada.

RESUMO

O aumento do uso das energias renováveis ao longo dos últimos anos transcorreu devido à necessidade de redução da dependência de combustíveis fósseis pela humanidade, bem como uma medida mitigadora quanto às mudanças climáticas. Nesse contexto se destaca a energia eólica que mesmo sendo renovável apresenta impactos ambientais importantes. Objetivou-se com o presente trabalho apontar os impactos socioambientais junto à população local da instalação dos parques eólicos no município de Icapuí-CE. Para isso, foi elaborado um questionário para levantamento de 11 informações, sendo nove dos impactos socioambientais, aplicado no período de julho a setembro de 2023 a 50 moradores no município de Icapuí-CE. Paralelamente, foi efetuada uma pesquisa documental sobre artigos científicos relacionados aos impactos socioambientais dos parques eólicos para auxiliar na discussão dos resultados obtidos com os questionários. Os resultados indicaram que: a construção de um parque eólico tem impactos socioambientais significativos, sendo eles considerados mais positivos do que negativos; em relação aos impactos socioeconômicos, os entrevistados destacaram benefícios como a criação de empregos locais tanto durante a construção quanto na operação do parque; houve relatos de impactos negativos na qualidade de vida das comunidades próximas ao parque, como o ruído gerado pelas turbinas eólicas, que pode afetar o sono e o bem-estar dos moradores e o excesso de poeira proveniente do trânsito de caminhões; a construção do parque eólico na cidade de Icapuí trouxe benefícios econômicos para a comunidade local, como a geração de empregos e a ampliação de vendas no comércio local.

Palavras-chave: energia renovável; alterações; aerogeradores; sustentabilidade.

ABSTRACT

The increase in the use of renewable energy over recent years was due to the need to reduce humanity's dependence on fossil fuels, as well as a measure to mitigate climate change. In this context, wind energy stands out, which, despite being renewable, has important environmental impacts. The objective of this work was to highlight the socio-environmental impacts on the local population of the installation of wind farms in the municipality of Icapuí-CE. To this end, a questionnaire was prepared to collect 11 pieces of information, nine of which were socio-environmental impacts, applied from July to September 2023 to 50 residents in the municipality of Icapuí-CE. At the same time, documentary research was carried out on scientific articles related to the socio-environmental impacts of wind farms to assist in the discussion of the results obtained with the questionnaires. The results indicated that: the construction of a wind farm has significant socio-environmental impacts, which are considered more positive than negative; in relation to socioeconomic impacts, interviewees highlighted benefits such as the creation of local jobs both during the construction and operation of the park; there were reports of negative impacts on the quality of life of communities close to the park, such as the noise generated by wind turbines, which can affect the sleep and well-being of residents, and excess dust from truck traffic; The construction of the wind farm in the city of Icapuí brought economic benefits to the local community, such as job creation and increased sales in local businesses.

Keywords: renewable energy; changes; wind turbines; sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Usina hidrelétrica de Belo Monte.....	18
Figura 2	–	Matriz energética brasileira 2022.....	18
Figura 3	–	Parque eólico Boqueirão.....	19
Figura 4	–	Vista parcial do parque eólico de Osório.....	20
Figura 5	–	Mapa de vento no Brasil	22
Figura 6	–	Funcionamento de um aerogerador	24
Figura 7	–	Mapa do município de Icapuí-CE.....	29
Figura 8	–	Questionário elaborado para levantamento dos impactos ambientais no parque eólico de Icapuí-CE na fase de operação do empreendimento.....	30
Figura 9	–	Parque eólico localizado na comunidade de Peixe Gordo, Icapuí-CE.....	47
Figura 10	–	Aerogeradores instalados na comunidade de Melancias, Icapuí-CE.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Nasceu no local de estudo	32
Gráfico 2	–	Danos à paisagem	33
Gráfico 3	–	Desaparecimento ou morte de animais da região	34
Gráfico 4	–	A rotina de vida mudou	35
Gráfico 5	–	Aumento na geração de ruído	36
Gráfico 6	–	Aumento de movimento de transporte de carga	36
Gráfico 7	–	Aumento de movimento de terra	37
Gráfico 8	–	Mudança no comércio local	38
Gráfico 9	–	Gerou emprego e renda	39
Gráfico 10	–	Satisfeito com a implantação do parque eólico	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Faixa etária dos entrevistados e o valor percentual.....	32
----------	---	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEÓLICA	Associação Brasileira de Energia Eólica
BEN	Balanço Energético Nacional
CBEE	Companhia Brasileira de Energia Elétrica
CE	Ceará
CELPE	Companhia Elétrica do Pernambuco
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
gW	gigawatts
kW	quilowatts
mW	megawatt
mWh	megawatt-hora
PE	Pernambuco
tWh	terawatt-hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivos Gerais	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	Histórico Eólico Brasileiro	16
3.2	Matriz energética brasileira	17
3.3	Importância da energia eólica na matriz energética brasileira.....	19
3.4	Caracterização da energia eólica no Brasil.....	21
3.5	Caracterização dos aerogeradores.....	23
3.6	Impactos ambientais dos parques eólicos.....	25
3.7	Objetivos do desenvolvimento sustentável relacionados à energia eólica.....	27
4	MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1	Caracterização do local de estudo.....	29
4.2	Elaboração e aplicação do questionário.....	31
4.3	Realização da pesquisa documental e forma de apresentação dos resultados.	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – IMAGENS DO PARQUE EÓLICO	47

1 INTRODUÇÃO

O estudo das energias renováveis ganhou destaque durante a crise do petróleo a partir da década de 70 do século passado; diante disto, surge a necessidade de promover segurança energética ao consumo domiciliar e industrial, entretanto a diversidade de energia a ser inserida na sociedade deve ter como principais quesitos a alta eficiência e poucos impactos ambientais negativos relevantes (Castro,2009).

A energia eólica desempenha um papel importante no cumprimento das metas do acordo sobre alterações climáticas, melhorando a segurança energética e o acesso à eletricidade e reduzindo os impactos do consumo de combustíveis fósseis (Sadorsky, 2021). Relaciona-se a abordagem da energia eólica com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 7 da Agenda 2030 que visa “garantir o acesso a energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos” (Un, 2015; Prado, 2021).

Com o crescimento populacional, manifestou a necessidade criação de novas fontes de energia, dentre elas a energia eólica; que consiste conversão da energia cinética dos ventos em energia mecânica; Deste modo, as pás do rotor, que fazem parte da sua estrutura, ao serem acionadas são capazes de converter a energia mecânica em energia elétrica. (Marinho, 2020). Em 2017, o consumo de energia eólica representou 52% do consumo global de energia renovável, enquanto a energia solar representou 21% (BP, 2019).

No Brasil, a energia elétrica proveniente dos ventos é obtida por meio de complexos eólicos situados comumente em terra mais costeiras; utiliza-se o termo “onshore”,já a energia eólica instalada em corpos água recebe denominação “offshore” (Lemos; Sopchaki, 2020).

Assim como qualquer tipo de empreendimento, os parques eólicos geram impactos ambientais, especificamente nos seguintes fatores: uso da terra, consumo de água, impacto na biodiversidade, efeitos visuais e sonoros, problemas de saúde e impacto no microclima (Hamed; Alshare, 2022).

A implantação de políticas públicas direcionadas a esta área foi um atrativo para que os empresários do ramo da construção civil energética todo o Brasil Montassem suas equipes e se encaminhassem para o município de Icapuí, localizado no litoral leste do estado do Ceará e outras localidades brasileiras (Paiva; Lima, 2017).

Dessa forma, levantar, com o auxílio da população local, quais os impactos sociais e ambientais que surgem com a instalação, operação e desativação deste tipo de empreendimento é algo importante na área de avaliação de impactos ambientais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Apontar os impactos socioambientais junto à população local sobre a instalação dos parques eólicos no município de Icapuí localizado no estado do Ceará (CE).

2.2 Objetivos específicos

Aplicar um questionário para levantar os impactos socioambientais junto à população local da instalação dos parques eólicos no município de Icapuí-CE.

Analisar a evolução e a importância das energias renováveis, contextualizando os problemas socioambientais da cidade de Icapuí-CE.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Histórico eólico brasileiro

As primeiras iniciativas para implantação de parques eólicos em território brasileiro ocorreu no ano de 1994; nesta época, acontecia em Belo Horizonte-MG, entre os dias 27 a 29 de abril, a parceria entre o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério de Minas e Energia, para a promoção do primeiro encontro onde seriam definidos diretrizes em prol do desenvolvimento de energias renováveis, em pauta, a eólica e a solar; neste encontro foram estabelecidos pontos estratégicos para obtenção de normas e metas; diante disto, houve a criação da “Declaração de Belo Horizonte” (Leite; Picchi, 2019).

Tais diretrizes visavam levar energia eólica a áreas isoladas do país, levando em consideração a diversidade social e a distribuição de forma abrangente em todas as classes econômicas. Anteriormente, a “Declaração de Belo Horizonte”, no ano de 1992 foi instalado um aerogerador no arquipélago de Fernando de Noronha com o intuito de apenas diminuir a utilização da energia por queima de combustíveis fósseis na ilha, essa instalação se deu com um aerogerador turbina única, por financiamento dinarmâques e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE) e o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) com a potência capacitiva de 225 kW.

Posteriormente à declaração, no mesmo ano foi instalado o primeiro parque eólico Morro de Camelinho, este é localizado na cidade de Gouveia no estado de Minas Gerais, foram implantados quatro aerogeradores com a capacidade potência de 250 kW cada, se tornando assim, o pioneiro desse empreendimento; já no ano de 1996, o nordeste foi contemplado com a sua primeira usina eólica, situada na capital cearense, Fortaleza, a mesma tinha quatro turbinas eólicas com capacidade geradora de 600 kW, denominada por Usina de energia eólica Mucuripe (Pinto Et *al.*, 2017; Gouvêa; Silva, 2018).

O ano de 2001 foi marcante para o Brasil, naquele momento surgia uma crise energética em decorrência de fatores climáticos, aumento populacional entre outros; os anos anteriores amargaram um drástico período de seca, sendo que no final do ano de 1999, a capacidade dos reservatórios bateu a marca de 18%; com isto, acarretou a busca por medidas energéticas alternativas que viesse a somar com as hidrelétricas que sempre atendiam a maior parcela de fornecimento (Tolmasquim, 2000).

3.2 Matriz energética brasileira

O Brasil possui uma das matrizes elétricas mais renováveis no mundo e vem mantendo um esforço para a manutenção de uma matriz energética limpa, no intuito de atender os compromissos internacionais assumidos (Brasil, 2015; Malagueta *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2017). No país, o incentivo para as energias renováveis está relacionado à busca pela diversificação da matriz elétrica, segurança no fornecimento de energia, incentivo ao desenvolvimento de novas indústrias e à geração de empregos. O Brasil é privilegiado na questão energética, pois seu relevo, sua hidrografia e seu clima tropical permitem o aproveitamento das diversas fontes renováveis de energia, como a hidráulica, biomassa, eólica e solar (Amarante *et al.*, 2001; Costa *et al.*, 2013; Martins; Guarnieri; Pereira, 2008; Schmidt; Cancelli; Pereira Júnior, 2016).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2018), o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável (80,4% da oferta interna), com destaque para a fonte hídrica (65,2% da oferta interna). E conforme o Balanço Energético Nacional (Brasil, 2022), 44,7% da matriz energética brasileira é proveniente de energias renováveis, o que está muito acima da média mundial que é 13,3%. A matriz de energia elétrica no Brasil apresenta capacidade instalada de aproximadamente 65 GW sendo que a energia hidráulica responde por cerca de 61,9% dessa potência (BEN, 2022).

No Brasil predomina a energia hidráulica, mas a proposta é aumentar a matriz energética para as energias renováveis. A Figura 1 mostra a Usina Hidrelétrica de Belo Monte, localizada no estado do Pará, a maior do Brasil, com capacidade instalada de 11233,1 MW e quantidade média de geração de energia de 4571 MW (NORTE ENERGIA, 2023).

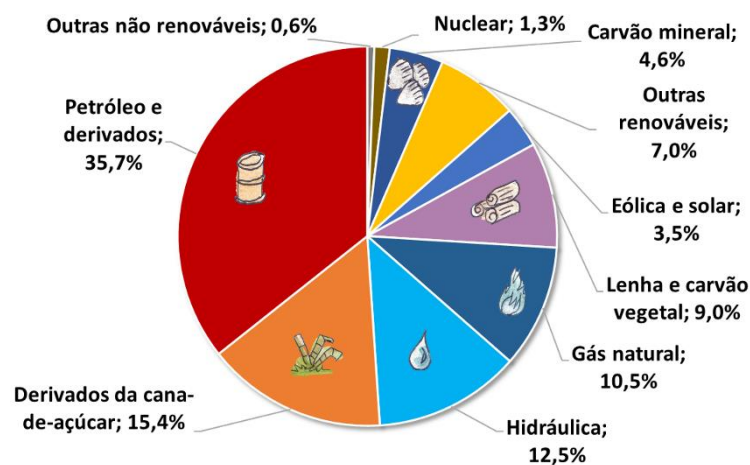
Figura 1. Usina Hidrelétrica de Belo Monte.



Fonte: Veja (2023).

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA, 2022), a energia eólica no Brasil corresponde a 13,4 % da matriz energética, com cerca de 906 parques em teste e em operação e mais de 100000 aerogeradores operando. Isso significa que 41,5 milhões de residências podem ser abastecidas mensalmente por uma única fonte de energia e esta gera em média 11 postos de empregos por mW de energia instalado. Os investimentos feitos em 2022 somaram R\$31,86 bilhões na energia renovável, com isso ultrapassou a marca de 25 GW de energia produzida. Segundo estudos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2008a,b), o Brasil tem potencial de 300 gW de geração eólica, o que corresponde a 2,2 vezes a matriz elétrica brasileira. Na Figura 2 tem-se a matriz energética brasileira para o ano de 2022.

Figura 2. Matriz energética brasileira em 2022.



Fonte: EPE (2023).

3.3 Importância da energia eólica na matriz energética brasileira

De 2014 para 2015, mesmo com um pequeno recuo na oferta interna de energia no período, em razão da crise econômica, a geração eólica apresentou um crescimento, registrando uma oferta de energia 77,1% superior ao período anterior (Brasil, 2016). O número de parques eólicos e a capacidade instalada de produção de energia elétrica a partir da matriz eólica vem crescendo. Em 2021 o Rio Grande do Norte com 2444 aerogeradores nos 191 parques instalados produziu 5574,8 MW tendo o destaque da maior produção de energia eólica do país.

Por exemplo, o Complexo Eólico Monte Verde I-VI é o 14º maior parque eólico em operação no Brasil e o 2º maior do estado do Rio Grande do Norte, localizado na Região Nordeste, possuindo 319,2 MW de capacidade instalada, composto por seis parques. A Figura 3 mostra o exemplo de um parque eólico, o Boqueirão I-II, também localizado no estado do Rio Grande do Norte, com 580 MW de capacidade instalada e 138 turbinas eólicas, tendo capacidade de produzir mais de 3 milhões de MWh por ano, o equivalente ao consumo de uma cidade com mais de 1,5 milhão de habitantes (ABEEÓLICA, 2023).

Figura 3. Parque eólico Boqueirão I-II.



Fonte: Epbr (2023).

A produção de eletricidade no Brasil, a partir da fonte eólica alcançou 42.373 gWh em 2017, equivalente a um aumento de 26,5% em relação ao ano de 2016, quando atingiu 33.489 gWh (EPE, 2018). No Brasil, em 2017, a região Nordeste foi a que apresentou maior

representatividade na geração de energia proveniente da fonte eólica com 84% (33,99 tWh), seguido da região Sul com 14,4% (5,84 tWh) e da região Norte com 1,4% (0,55 tWh); os cinco Estados com maior geração nesse período foram: Rio Grande do Norte (13,24 tWh), Bahia (7,79 tWh), Rio Grande do Sul (5,58 tWh), Ceará (5,10 tWh) e Piauí (4,59 tWh) (ABEEÓLICA, 2019).

O Complexo Eólico de Osório, no município de Osório, no estado do Rio Grande do Sul é formado por nove parques de energia eólica, com 150 aerogeradores de 2 mW; a capacidade total instalada é, portanto, 300 mW, sendo que a produção efetiva média é de aproximadamente 51 mW, isto é suficiente para uma cidade de 240 mil habitantes (Sales, 2023) . A Figura 4 mostra uma vista parcial do Parque Eólico de Osório-RS.

Figura 4. Vista parcial do Parque Eólico de Osório-RS



Fonte: WIKIPEDIA (2007)

Os benefícios da inserção da energia eólica para a segurança da matriz elétrica brasileira são importantes devido à sua complementaridade com o regime hídrico e manutenção do caráter limpo e renovável da matriz energética brasileira; além disso, o caráter renovável, bem como o fato de não lançar poluentes para atmosfera, durante sua operação, tornam a energia eólica uma das fontes mais promissoras para mitigação de problemas ambientais (Rampinelli e Rosa Júnior, 2012).

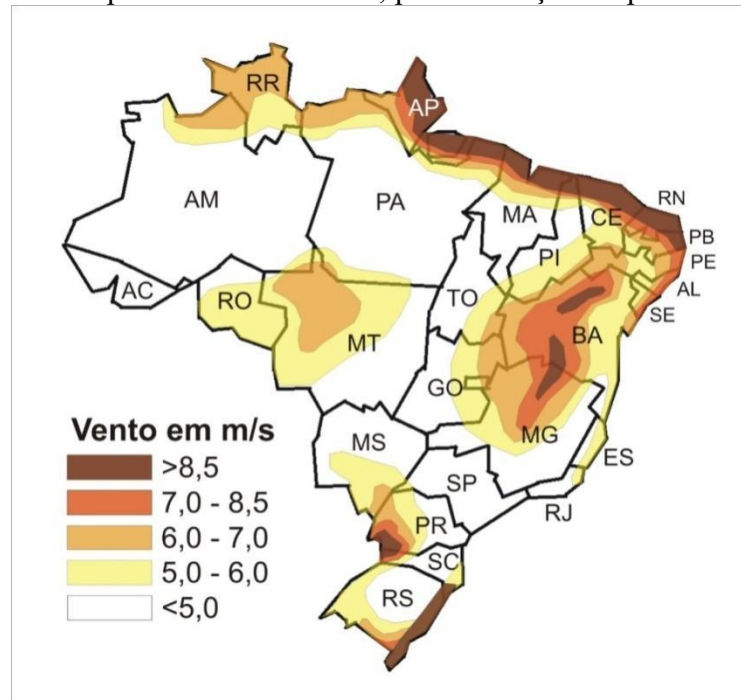
3.4 Caracterização da energia eólica no Brasil

A média mensal de geração eólica é entre 26% e 40% da capacidade instalada devido às velocidades médias de vento anuais do local; assim, existe uma grande diferença entre a capacidade instalada e gerada na energia eólica, o que ocorre de forma controlável em usinas hidroelétricas ou térmicas, que podem trabalhar com um fator de capacidade elevado; um fator de extrema importância para o sistema elétrico brasileiro é a complementaridade entre as fontes eólicas e hídricas, que devido à sua sazonalidade, necessita de complementação e que tende a crescer com o passar dos anos, em função das exigências ambientais que preveem diminuição dos reservatórios das novas usinas hidroelétricas (Filipe, 2010).

Para o adequado aproveitamento da energia eólica, é necessário uma série de análises técnicas com o objetivo de viabilizar o projeto, como as medições de velocidade do vento por períodos mínimos estabelecidos; o Brasil apresenta um excelente recurso eólico, principalmente em seu litoral e se caracteriza por possuir uma média anual duas vezes maior que a média mundial e uma oscilação baixa de velocidade de vento, o que facilita as previsões de energia a ser gerada; os valores anuais de velocidade de vento devem ser superiores a 6 m s^{-1} (Rossoni, 2013).

Uma importante ferramenta que fornece informações de velocidade de ventos é o atlas do potencial eólico brasileiro, que apresenta mapas dos regimes de vento e fluxos de potência eólica na altura de 50 m para todo o país; a partir desses requisitos, pode-se inferir que as regiões nordeste e sul são as mais destacadas por terem, em alguns pontos específicos, médias anuais de 7 a $8,5 \text{ m s}^{-1}$ (Amarante, 2001). Verifica-se que aproximadamente 63,4% da potência eólica está instalada no nordeste brasileiro, enquanto cerca de 36,6% da potência eólica está na região sul do Brasil; a geração eólica, apesar de apresentar baixos custos de implantação, nem sempre é utilizada por conta das características disponíveis de vento (Rampinelli, 2012). Na Figura 5 apresenta-se o mapa de vento no Brasil, para avaliação do potencial eólico.

Figura 5. Mapa de vento no Brasil, para avaliação do potencial eólico



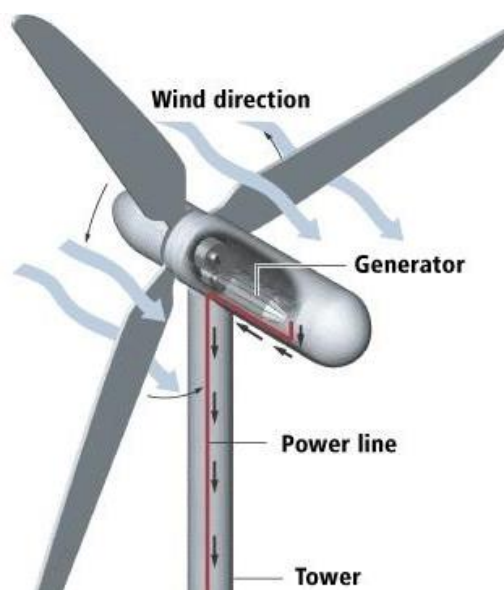
Fonte: UFRGS (2016).

3.5 Caracterização dos aerogeradores

A energia eólica é utilizada para mover aerogeradores, que são grandes turbinas colocadas em lugares com elevada velocidade e frequência de ventos; essas turbinas têm a forma de um cata-vento ou um moinho, porém as hélices de uma turbina de vento são diferentes das lâminas dos antigos moinhos porque são mais aerodinâmicas e eficientes; o movimento, através de um gerador, produz energia elétrica; além desses equipamentos principais há uma série de outros componentes elétricos e mecânicos que compõem o conjunto, mas esta composição é variável dependendo do tipo de aerogerador utilizado (Lima, 2009).

Em caso de desequilíbrios entre a potência total dos geradores síncronos e a potência total consumida pelas cargas, podem-se realizar mudanças nas velocidades das unidades geradoras, adequando a sua necessidade à frequência nominal; em casos em que haja diminuição da frequência nos aerogeradores devem responder com um aumento de potência injetada na rede e vice-versa; os avanços da geração eólica integrada às redes elétricas de energia, basicamente por aerogeradores de velocidade variável, tendem a tornar os sistemas mais instáveis, devido a este sistema possuir os seus métodos de controle que praticamente desacoplam as grandezas elétricas das mecânicas, e assim, dificultam que o rotor e o aerogerador respondam às variações de frequência da rede (Fontes, 2019). A Figura 6 mostra um aerogerador e o seu funcionamento.

Figura 6. Funcionamento de um aerogerador



Fonte: Portal Energia (2016).

A geração eólica tem como característica principal a sua flutuação que depende das condições do vento e que precisa ser compensada para proporcionar uma alimentação estável ao sistema; com isso, os operadores do sistema, com o intuito de restabelecer mais rapidamente as condições de frequência da rede, mantêm os aerogeradores ligados ao sistema em casos de perturbações, porém funcionando em uma gama de valores de frequência mais altos; existem aerogeradores que apresentam recursos de controle capazes de garantir um desempenho satisfatório durante e após as falhas e atender aos requisitos de afundamentos momentâneos de tensão (Rampinelli, 2012).

A operação dos aerogeradores em uma rede de grande porte tem inúmeras vantagens importantes com respeito às características de geração dessa tecnologia; a potência gerada por uma turbina não precisa ser controlada de forma a acompanhar a demanda instantânea de potência de um consumidor específico; a variação da energia produzida pelo aerogerador é compensada pelas outras fontes conectadas à rede elétrica; a operação de aerogeradores operando em paralelo com a rede elétrica está tecnicamente solucionada, ou seja, possíveis perturbações na potência, frequência ou tensão são corrigidas por meio do sistema de controle dinâmico das máquinas, bem como por equipamentos adicionais ao sistema, ao contrário de aplicações autônomas cuja operação é bem mais complicada (Rampinelli, 2012).

3.6 Impactos ambientais dos parques eólicos

Dentre as diversas fontes renováveis, a energia eólica se faz presente com diversos avanços, se consolidando ano após ano no mercado brasileiro; dessa forma, ela é bastante competitiva em relação aos combustíveis fósseis; entretanto, mesmo sendo eficaz existem vários paradigmas a serem desconstruídos e desafios a serem vencidos (Dantas *et al.*, 2019).

O estudo do impacto do meio social tem em vista a necessidade de compreender os valores culturais e sociais da comunidade local; de início a obra já causa diversas incertezas na vida dos moradores do município; é comum notar a presença de caminhões, os quais contribuem para uma poluição sonora e emitiva de CO₂, afetando assim a qualidade de vida que ali se faz presente, como também são inseridos novos moradores, novas culturas e novos costumes (Araújo, 2017).

Ao decorrer da obra, é visto que a paisagem vai se modificando, a fauna se afastando e a flora perdendo espaço para as turbinas do aerogeradores, gerando assim uma perda de identidade social daquela população específica; como impactos positivos pode-se citar a geração de empregos, aumento de renda local, criação de estradas e projetos (Silva *et al.*, 2022).

Em suma, faz-se necessário destacar que o uso dos recursos energéticos seja a moeda de integração social para que haja a junção de energia limpa e a valorização social do meio inserido; todavia, a valorização do meio se atrela a políticas públicas, que busquem o equilíbrio social, moral e financeiro; tais medidas colocariam a sociedade em pauta dos debates para que envolvesse a parte energética do país (Araújo, 2017).

A energia eólica apresenta inúmeros benefícios quando comparada com as outras fontes energéticas, além de ser uma fonte de energia renovável, não emitir poluentes para a atmosfera e não produz resíduos; a produção de energia eólica é mais sustentável que as hidrelétricas e é mais limpa que a queima de biomassa; quando se usa energia eólica, evita-se a emissão de CO₂ na atmosfera, pois deixa-se de usar o petróleo e o gás natural, que são formas de energia poluentes (Useia, 2018).

De modo geral, todas as formas de produção de energia em alguma escala geram impactos de pequena ou grande proporção (Jaber, 2013). Em virtude da instalação dos parques eólicos tornarem-se cada vez mais viáveis, contudo, em alguns casos, os impactos ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos provocados por esse tipo de empreendimento

são ignorados pelos agenciadores durante o período de implantação que se estende no período de operação (Cuadra *et al.*, 2019).

Existem impactos sociais benéficos e adversos da utilização da energia eólica; referente aos principais impactos sociais benéficos podem-se citar a disponibilidade de energia em locais de difícil acesso a rede pública de energia, fonte de energia com bom custo-benefício, geração de empregos para a população local na instalação e operação do parque eólico e as propriedades onde são instaladas as torres podem continuar a serem utilizadas tanto para agricultura como pecuária; agora referente aos principais pontos negativos da utilização da energia eólica pode-se citar impacto visual e sonoro considerável para os moradores ao redor (Paula, 2019).

Os impactos socioambientais associados, tanto à construção quanto à operação de parques eólicos, classificam-se como: interferência na flora e fauna por alteração na cobertura vegetal; a interferência direta na fauna alada por colisão com as pás dos aerogeradores; perturbação no trânsito durante o transporte dos componentes dos aerogeradores; aumento na demanda por serviços e infraestrutura; produção de ruído; alteração na paisagem e aumento da dinâmica econômica; ressalta-se que a relevância dessas interferências varia com as características regionais e locais dos sítios de implantação dos parques eólicos (Fernandes; Arrais Junior, 2017; Tolmasquim, 2016; Wang; Wang, 2015).

Os impactos ambientais dos parques de geração de energia eólica foram mais intensos na fase de implantação; a fase de implantação é constituída pelas etapas de limpeza do terreno, instalação do canteiro de obra, terraplanagem, estaqueamento e construção da base de concreto e montagem dos equipamentos. Durante a construção do parque eólico a fauna, tanto terrestre como alada, existente nas áreas tende a deixar o seu habitat devido ao movimento de máquinas para abertura das vias de acesso, contudo, após a finalização dessas atividades existe a possibilidade delas voltarem para o seu ambiente; de um modo geral, tanto avifauna como os répteis dessas localidades são adaptados a ambientes abertos devido essa ser a característica do habitat antes da construção dos aerogeradores; as vegetações predominantes nessas regiões são esparsas de distribuição restrita nas áreas de vegetação pioneira (Loureiro, 2019).

As estradas que dão acesso às usinas são construídas pelos empresários responsáveis pelos empreendimentos, no entanto, beneficiam a própria população residente da localidade ou das proximidades, melhorando as condições de trafegabilidade e acessibilidades aos centros das cidades (Costa, 2019).

3.7 Objetivos do desenvolvimento sustentável relacionados à energia eólica

As Nações Unidas apresentaram para o mundo, no ano de 2015, os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) por meio da publicação da Agenda 2030; dentre os quais se destaca o ODS nº 7 “Garantir o acesso a energia acessível, viável, sustentável e moderna para todos”, que possui relação direta com as energias renováveis, incluindo aí a energia eólica (Un, 2015).

Foram identificados os benefícios da utilização da energia eólica para o meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável, em que, pode-se destacar principalmente a energia eólica como fonte inesgotável de energia; a substituição da energia hidráulica que alaga e destrói grandes quantidades de fauna e flora pela energia eólica; e a não geração de emissão de gases do efeito estufa na produção de energia eólica (Terciotti, 2002).

Uma vantagem específica que se destaca para o desenvolvimento sustentável e que os terrenos onde são instaladas as turbinas eólicas podem continuar sendo usados seja para plantação ou criação de animais, gerando uma renda paralela aos proprietários de terras além do aluguel das propriedades para colocação das torres, gerando assim também empregos no campo, além dos ofertados pelo parque eólico durante seu processo de instalação, manutenção e de operação e ajudando o desenvolvimento local; a renda obtida através do aluguel das terras também permite ao proprietário um maior investimento em suas terras para as atividades que exerce seja pecuária ou agricultura (Lima, 2020).

Associar desenvolvimento econômico com desenvolvimento sustentável se mostra como uma árdua tarefa para os países desenvolvidos em tempos de globalização, afinal de contas o consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de vida de qualquer sociedade (Aneel, 2008a).

Os países em desenvolvimento que apresentam maior crescimento têm, no atual momento, implicado em um aumento da busca pela energia comercial. É de conhecimento amplo que as ações antrópicas sobre o meio ambiente geraram nos últimos séculos um imenso desgaste para este, além de problemas econômicos e sociais provocados por diversas razões; isto leva a uma necessidade de se refletir como os seres humanos podem contribuir para contornar uma situação que é bastante complicada e assim buscar o desenvolvimento de forma sustentável (Goldemberg, 1998).

Os ventos são exemplos de fontes renováveis ilimitadas das quais são obtidas energias limpas e sustentáveis, suas principais vantagens em relação aos combustíveis fósseis são: a pequena/nenhuma emissão de gases e poluentes; a segurança energética, devido ao fato de não depender de importações de combustíveis e a disponibilidade infinita das reservas; tais vantagens se associam a ideia de desenvolvimento sustentável, conceito amplamente divulgado e defendido no mundo atual (Magalhães, 2016).

Mesmo estando em seu auge no Brasil, o primeiro passo da energia eólica em terras brasileiras foi modesto e data de 1992 com a instalação de uma pequena unidade de testes em Fernando de Noronha (PE) de 1mW (WWF-Brasil, 2015). Com base em Magalhães (2009), em 1997 o Brasil possuía uma capacidade instalada de apenas 3 mW. Se comparada a capacidade instalada em 2022 aumentou para 26210 mW, ou seja um percentual de aumento de mais de 750% em 25 anos. (ABEEÓLICA, 2023).

De acordo com a WWF-BRASIL (2015), no ano de 2001 ocorreram algumas mudanças no setor de energia que fizeram com que houvesse uma expansão da energia eólica; a partir de então a fonte sustentável de energia eólica introduziu uma etapa competitiva com graneis crescentes e cotações em queda metódica nos leilões adjacente e o Brasil passou a oferecer o menor preço por mWh de energia eólica do mundo, o impulso estava dado.

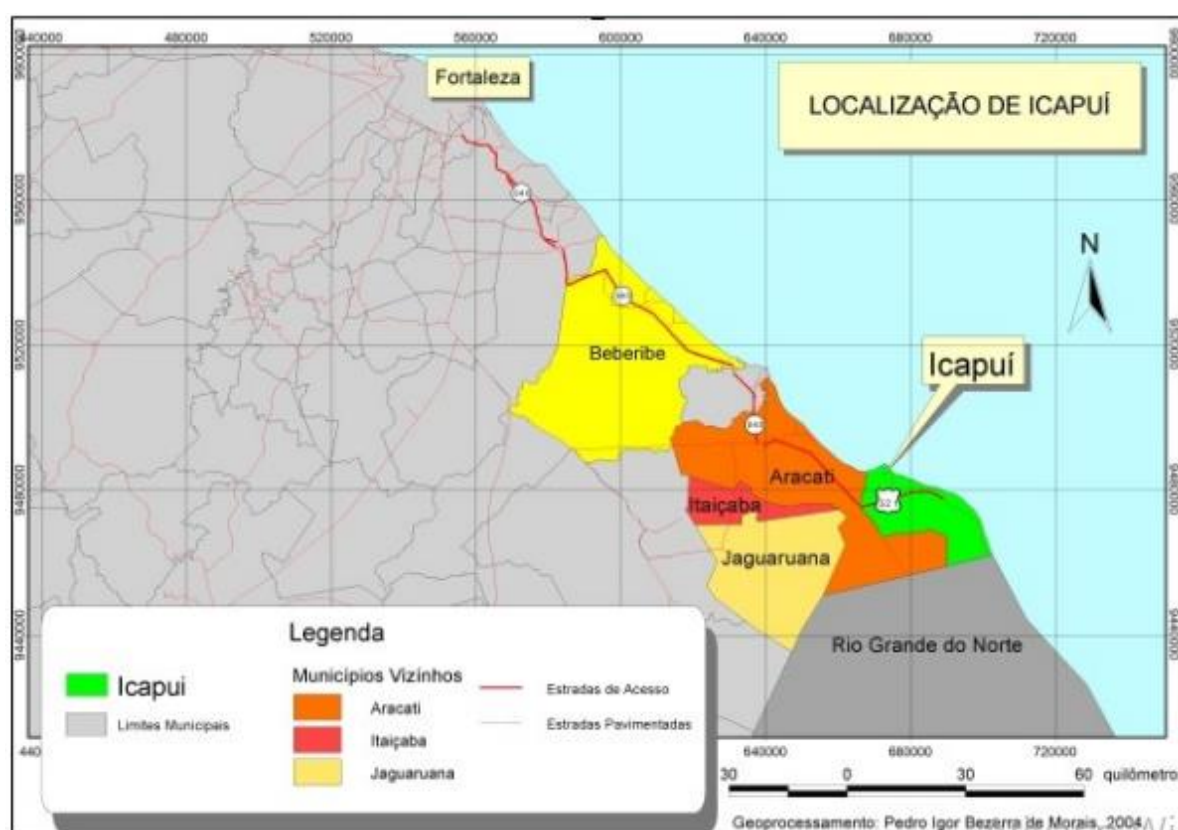
Com o investimento cada vez mais crescente nessa fonte de energia se mostra como algo que além de trazer lucros imediatos para o estado, no sentido de geração de emprego e renda, ainda, o faz de uma forma sustentável e limpa, uma vez que como mencionado no início desse estudo a energia eólica além de ser sustentável, é limpa e não emite gases que contribuem para o efeito estufa (Silva, 2023).

4 MATERIAS E METÓDOS

4.1 Caracterização do local de estudo

O presente estudo realizou uma abordagem acerca dos impactos socioambientais oriundos da instalação de parques eólicos no município de Icapuí-CE junto a população local. Na Figura 7 apresenta-se o mapa do município de Icapuí-CE.

Figura 7. Mapa do município de Icapuí-CE



Fonte: SEMACE (2019).

O Município de Icapuí está localizado no estado do Ceará, a 202 km da capital Fortaleza, com uma área de aproximadamente 424 mil km², tendo sua fundação em 22 de janeiro de 1984. A sua população é estimada em 21433 habitantes, com o clima predominante Tropical Atlântico tipo “As”, tendo precipitação pluvial média de 899 mm e temperatura média do ar de 26,6°C (Alvares *et al.*, 2013; Ibge, 2023). A economia geral da região gira em torno da pesca, da agricultura familiar, do extrativismo vegetal do carvão, da mineração de

areia, argila para a fabricação de telhas e tijolos cerâmicos e, também, do turismo, tendo em vista a sua larga faixa litorânea com belezas naturais.

4.2. Elaboração e aplicação do questionário

Inicialmente, foi elaborado um questionário contendo 10 perguntas acerca da origem do morador e da sua percepção dos impactos socioambientais na fase de operação do parque eólico. Na Figura 8 apresenta-se o questionário elaborado para levantamento dos impactos ambientais no parque eólico de Icapuí-CE na fase de operação do empreendimento.

Figura 8. Questionário elaborado para levantamento dos impactos ambientais no parque eólico de Icapuí-CE na fase de operação do empreendimento.

QUESTIONÁRIO PARA CONCLUSÃO DE CURSO
DISCENTE: LUZIA MYRLEYDE MOTA
ORIENTADOR: PROF.DR. RAFAEL OLIVEIRA BATISTA
CURSO: ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL
INSTITUIÇÃO DE ENSINO: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO-UFERSA
TÍTULO DO TRABALHO: OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA IMPLANTAÇÃO DO
PARQUE EÓLICO DE ICAPUÍ

QUESTIONÁRIO

ANO DE NASCIMENTO: _____

NASCEU NO MUNICÍPIO DE ESTUDO: SIM ☐ NÃO ☐

OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS FORAM OBSERVADOS:

DANOS DE PAISAGEM: SIM ☐ NÃO ☐

DESAPARECIMENTO OU MORTE DE ANIMAIS DA REGIÃO: SIM ☐ NÃO ☐

A ROTINA DE VIDA MUDOU: SIM ☐ NÃO ☐

AUMENTO NA GERAÇÃO DE RUÍDO: SIM ☐ NÃO ☐

AUMENTO DE MOVIMENTO DE TRANSPORTE DE CARGA: SIM ☐ NÃO ☐

AUMENTO DE MOVIMENTO DE TERRA: SIM ☐ NÃO ☐

MUDANÇA NO COMERCIO LOCAL: SIM ☐ NÃO ☐

GEROU EMPREGO E RENDA PARA REGIÃO: SIM ☐ NÃO ☐

SATISFEITO COM A IMPLANTAÇÃO DO PARQUE EÓLICO: SIM ☐ NÃO ☐

Fonte: Autoria própria (2023).

Foram impressas 50 cópias do questionário, sendo posteriormente aplicados de julho a setembro de 2023 aos moradores das comunidades de Melancias de cima e de baixo, Peixe Gordo, Tremembé e Ibicuitaba pertencente a zona rural de Icapuí-CE, como também na zona urbana da cidade. Totalizando-se 50 pessoas entrevistadas, posteriormente, realizou-se uma pesquisa documental sobre os impactos socioambientais da energia eólica. A pesquisa atrelou-se a faixa etária, haja vista que permitiria a conclusão dos resultados com base na vivência daquela região. Outro ponto estendido à pesquisa foi a divisão por 3 faixas de público: pessoas aposentadas, pessoas com vínculo empregatício e pessoas em busca de emprego.

4.3 Realização da pesquisa documental e forma de apresentação dos resultados

A pesquisa documental foi realizada consultando o Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave em português: “Problemas ambientais”, “Parque eólico”, “Problemas socioambientais e parque eólico”, “Icapuí e problemas socioambientais”, “Energia renovável” e “Icapuí e população”. O marco temporal de busca foi utilizado no período de 2004 a 2023. Já para os de exclusão foram: os artigos repetidos e que não atendiam o alvo do estudo.

Os dados coletados pelos 50 questionários foram organizados em gráficos de modelo pizza empregando-se a planilha eletrônica Excel. Paralelamente, estes resultados expressos nos gráficos foram confrontados com os resultados da pesquisa documental.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 do presente trabalho, mostrou como foram divididas as idades dos entrevistados, na qual foi analisado que o público alvo se deu em torno de pessoas que residiam com maior tempo no município de Icapuí-CE. Verificou-se, nessa tabela, que as duas faixas etárias que prevaleceram foram de 1970 a 1980 e a de 1960 a 1970, em 44% e 26% dos entrevistados, respectivamente, totalizando 70% dos entrevistados.

Tabela 1. Faixa etária dos entrevistados e o valor percentual.

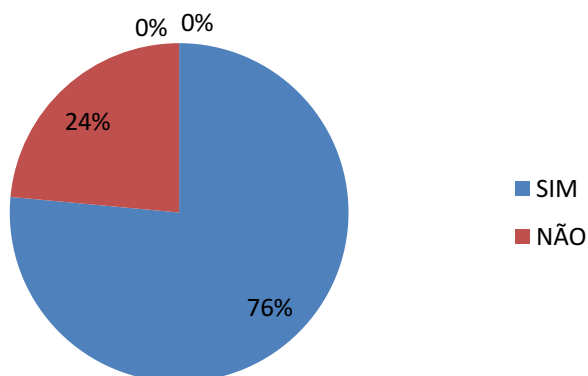
Faixa etária	Entrevistados	Porcentagem
1950 a 1960	8	16%
1960 a 1970	13	26%
1970 a 1980	22	44%
1980 a 1990	5	10%
1990 a 2000	2	4%

Fonte: Autoria própria (2023).

No Gráfico 1 apresenta-se o resultados da primeira pergunta do questionário “Nasceu no local de estudo?”.

Contatou-se, nos 50 entrevistados, que a maioria (76%) nasceu próximo ao local onde hoje opera o empreendimento.

Gráfico 1. Nasceu no local do estudo.



Fonte: Autoria própria (2023).

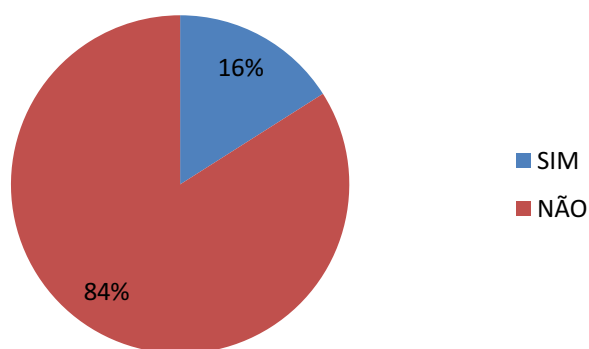
No Gráfico 2 constam as respostas da segunda pergunta do questionário “Danos de paisagem?”.

Observou-se, nesse gráfico, que a maioria dos moradores (84%) do município não relaciona a mudança de paisagem à construção do parque eólico e os que relataram que houve (16%), falaram da presença das torres eólicas na paisagem.

Quanto ao impacto visual, as pessoas parecem avaliá-lo subjetivamente; algumas pessoas pensam que as turbinas eólicas têm uma aparência impressionante e agradável, enquanto outras têm opiniões opostas; estima-se que mais de 70% das pessoas no Reino Unido não têm uma opinião negativa sobre turbinas eólicas; por outro lado, algumas autoridades do turismo pensaram que as turbinas eólicas poderiam prejudicar o turismo local (Hamed; Alshare, 2022; Leung; Yang, 2012).

Ainda com relação ao impacto visual e sua influência no turismo, pessoas com experiência em parques eólicos offshore localizados longe da costa têm uma percepção significativamente mais positiva do que as pessoas com experiência em parques eólicos localizados mais perto da costa (Ladenburg, 2009).

Gráfico 2. Danos de paisagem.



Fonte: Autoria própria (2023).

Apresentam-se, no Gráfico 3, as respostas da terceira pergunta do questionário “Desaparecimento ou morte de animais da região?”.

Para 45 dos 50 entrevistados não houve desaparecimento ou morte de animais na região de estudo, os que relataram que sim, resumiram-se em falar sobre a mudança em rota de pássaros. Corroborando com os resultados obtidos por Costa *et al.* (2019), onde as respostas aos formulários, evidencia-se que tanto as pessoas que moram nas adjacências

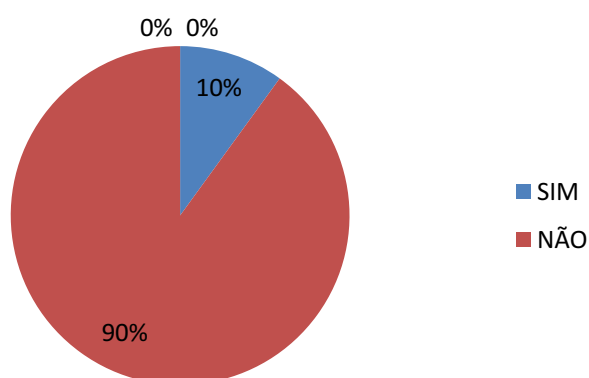
quanto as que trabalham no Parque Eólico Beberibe em Beberibe-CE não tiveram a percepção da presença deste impacto, seja na mortalidade ou diminuição da fauna alada e/ou terrestre.

Na instalação de um parque eólico a fauna, tanto terrestre quanto alada, existente nas áreas tende a deixar o seu habitat devido o movimento de máquinas para abertura das vias de acesso, contudo, após a finalização dessas atividades existe a possibilidade delas voltarem para o seu ambiente (Costa *et al.*, 2019).

O impacto direto da energia eólica é a morte causada pelas colisões de pássaros com usinas eólicas devido à iluminação noturno nos aerogeradores, condições climáticas e projeto da torre do aerogerador (Hamed; Alshare, 2022).

No entanto, as turbinas eólicas matam de 92,31% a 95,23% menos aves em comparação com os combustíveis fósseis (Sovacool, 2009).

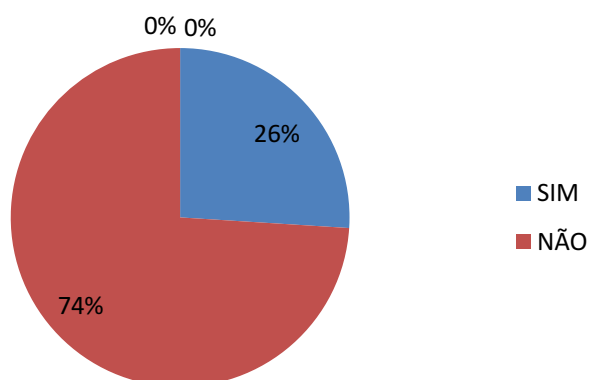
Gráfico 3. Desaparecimento ou morte de animais da região.



Fonte: Autoria própria (2023).

Constam, no Gráfico 4, as respostas da quarta pergunta do questionário “Houve mudança de rotina?”.

Dos 50 entrevistados, apenas 13 relataram que houve mudança na rotina e, informalmente, numa roda de conversa contaram que essa mudança ocorreu devido à presença de novas culturas e costumes dos funcionários do parque eólico. Este resultado diverge do apresentado por Costa *et al.* (2019), onde os entrevistados no Parque Eólico Beberibe em Beberibe-CE revelaram que nas áreas de influência direta do empreendimento, os impactos mais expressivos provocados pela fase de instalação relacionam-se com as interferências no cotidiano das pessoas locais, como a proibição do direito de ir e vir pelo local de instalação dos aerogeradores.

Gráfico 4. Houve mudança de rotina.

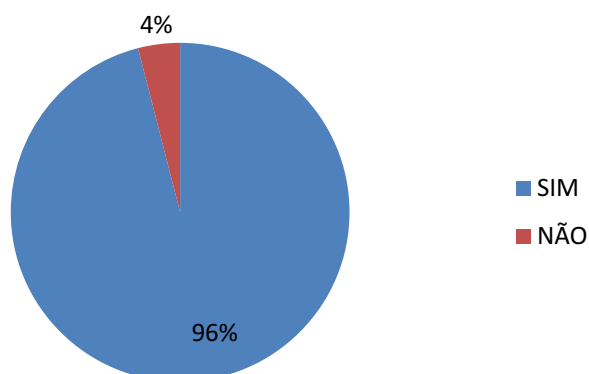
Fonte: Autoria própria (2023).

No Gráfico 5 estão apresentadas as respostas para a quinta pergunta do questionário “Aumento na geração de ruído.?”. Um quesito de bastante destaque na pesquisa foi em relação com a geração de ruído provenientes da utilização dos aerogeradores.

Neste ponto, 48 pessoas relataram que este aumento foi significativo, tendo em vista que eles de forma espontânea falaram que, principalmente, no horário noturno, onde a calmaria prevalece o barulho é bem perceptível.

A poluição sonora é considerada um impacto ambiental crítico dos parques eólicos e que afeta os seres humanos; além disso, o valor das propriedades próximas aos parques eólicos pode ser impactado negativamente pelo ruído recebido pelas turbinas eólicas; ainda segundo os referidos autores existem dois tipos de ruídos emitidos pelas turbinas eólicas; ruído mecânico (causado pelos componentes móveis, como rolamentos, engrenagens e gerador de energia) e aerodinâmico (causado pela interação das pás com o vento turbulento provocando som) (Hamed; Alshare, 2022).

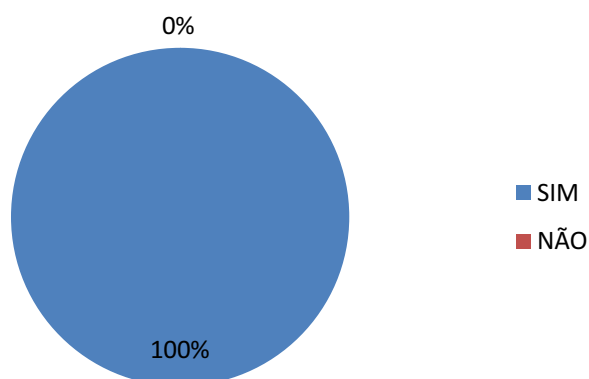
Os impactos da poluição sonora das turbinas eólicas afeta o bem-estar dos seres humanos, onde pessoas que foram significativamente perturbadas pelas turbinas eólicas sofrem de sintomas de stress e dores de cabeça (Pedersen, 2011).

Gráfico 5. Aumento na geração de ruído.

Fonte: Autoria própria (2023).

Apresentam-se, na Figura 6, as respostas da sexta pergunta do questionário “Aumento de movimento de transporte de carga?”.

Outro ponto de grande notoriedade foi quando questionado aos moradores da região se houve o aumento de caminhões nas estradas do município, todos os 50 entrevistados responderam que sim, sendo um fator unânime entre eles. A princípio, eles relataram que foi devido a materiais de construção para o parque e, posteriormente, as peças para a composição dos aerogeradores.

Gráfico 6. Aumento de movimento de transporte de carga.

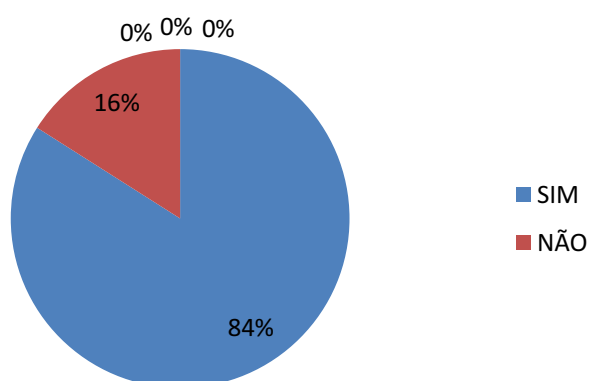
Fonte: Autoria própria (2023).

Averiguou-se, no Gráfico 7, as respostas da sétima pergunta do questionário “Aumento de movimento de terra?”.

Quando perguntado se houve aumento de movimento de terra, houve a explanação sobre o que seria, ou seja, até mesmo um excesso de poeira. Dos 50 entrevistados, 8 responderam que não notou diferença e 42 que sim, houve aumento de poeira e até mesmo pelo aumento de caminhões na região ocasionando síndromes gripais constantes.

Em relação às vias que oferecem acesso ao Parque Eólico Beberibe e, Beberibe-CE, segundo a população local, a poluição atmosférica é um dos impactos vivenciados, desde a implantação até os dias atuais, por ser uma estrada carroçável, com a passagem dos carros, caminhões e do próprio vento que leva muita poeira para as residências, acarretando doenças respiratórias e alérgicas, citada por 57,1% da população, os outros 42,9% não sofrem diretamente esses impactos por não morarem próximo à rua principal que dá acesso ao empreendimento (Costa *et al.*, 2019).

Gráfico 7. Aumento de movimento de terra.

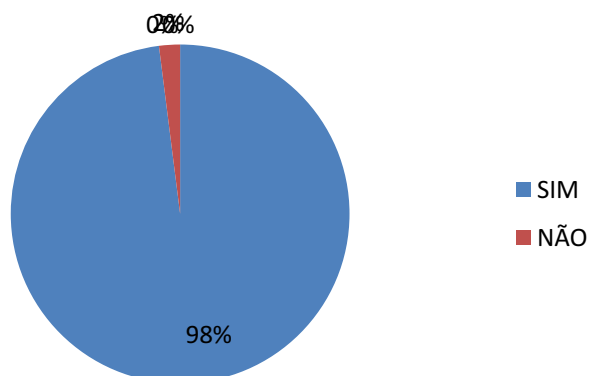


Fonte: Autoria própria (2023).

Constam, no Gráfico 8, as respostas da oitava pergunta do questionário “Mudança no comércio local?”.

Para 49 pessoas houve mudança no comércio local e acreditavam que isso seria devido aos novos moradores, haja vista que diversos produtos foram adicionados nas prateleiras dos mercadinhos locais para atingir o novo público.

Esses resultados divergem dos apresentados por Costa et al. (2019) para o Parque Eólico Beberibe em Beberibe-CE, em relação aos impactos no setor do comércio, dos entrevistados 5% disseram que trouxe benefício, 0% disseram que trouxe prejuízo e 95% que não teve nenhuma mudança para o comércio.

Gráfico 8. Mudança no comércio local.

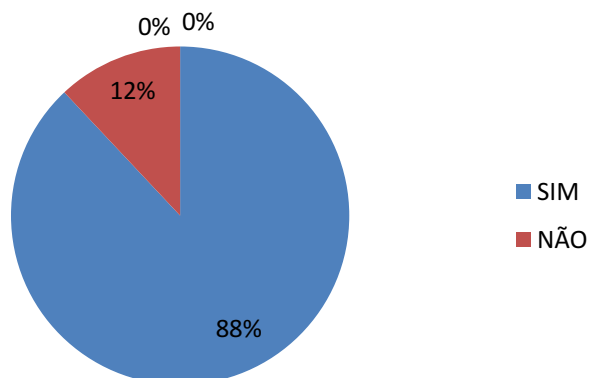
Fonte: Autoria própria (2023).

Observou-se, no Gráfico 9, as respostas da nona pergunta do questionário “Gerou emprego e renda para região?”.

Quando foi perguntado aos moradores do município de Icapuí se a instalação do parque gerou emprego e aumento de renda, 44 deles afirmaram que sim e associava o aumento ao parque, pois os funcionários de lá era composto por moradores e pessoas que vinham de outros estados e faziam a economia girar.

Segundo informações da população que mora próximo ao Parque Eólico Beberibe em Beberibe-CE, as oportunidades de empregos para as comunidades ocorreram de forma mais expressiva apenas na fase de instalação do empreendimento, atualmente na fase de operação as oportunidades de emprego reduziram, contratando funcionários para vigilância e segurança (Costa *et al.*, 2019).

Gráfico 9. Gerou emprego e renda para a região.

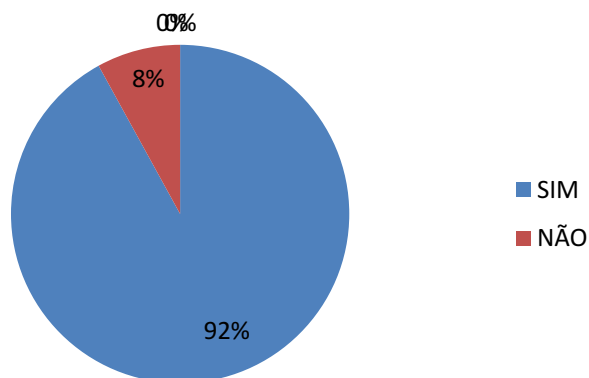


Fonte: Autoria própria (2023).

Apresentam-se, no Gráfico 10, as respostas da décima pergunta do questionário “Satisfeito com a implantação do parque eólico?”.

Aos serem indagados se estavam satisfeitos com a implantação do parque eólico, 92% dos entrevistados falaram que sim e 8% foi contrário, pois me relataram de forma direta, que deveria investir na capacitação dos moradores para que eles possam ocupar cargos de maior relevância nas empresas que chegam em Icapuí. Essa necessidade de capacitação da população local, também, foi evidenciada quando da implantação dos parques eólicos na União Européia (Simas; Pacca, 2013) devido a falta de profissionais qualificados, especialmente em posições que demandam maior nível de capacitação.

Gráfico 10. Satisfeito com a implantação do parque eólico.



Fonte: Autoria própria (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de um parque eólico tem impactos socioambientais significativos, sendo eles considerados mais positivos do que negativos. Em relação aos impactos socioeconômicos, os entrevistados destacaram benefícios como a criação de empregos locais tanto durante a construção quanto na operação do parque.

No entanto, os entrevistados também mencionaram preocupações socioambientais. Houve relatos de impactos negativos na qualidade de vida das comunidades próximas ao parque, como o ruído gerado pelas turbinas eólicas, que pode afetar o sono e o bem-estar dos moradores e o excesso de poeira proveniente do trânsito de caminhões. Além disso, alguns indivíduos expressaram preocupação com a possibilidade de danos à fauna e à flora local devido à construção do parque e à eventual interferência nos ecossistemas naturais da região.

A construção do parque eólico na cidade de Icapuí trouxe benefícios econômicos para a comunidade local, como a geração de empregos e a ampliação de vendas no comércio local. No entanto, é necessário um cuidado adequado para minimizar os impactos negativos socioambientais, como o ruído que foi unânime entre os entrevistados e a preservação da fauna e da flora como alguns relataram em relação à mudança de paisagem e de animais na região. É fundamental que um planejamento seja bastante cuidadoso para zelar pelo conforto dos habitantes e que sempre haja medidas mitigadoras a serem adotadas para garantir a sustentabilidade e o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente e do bem-estar das comunidades cearense. Dessa forma, é necessário que sejam feitas mais pesquisas para compreender quais são os impactos relacionados a longo prazo das construções, operações e manutenções dos parques eólicos.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2008a. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>> acesso em: 22/09/2023
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Relatório ANEEL 10 anos**. Brasília: ANEEL, 2008b. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>> acesso em: 22/09/2023.
- ALVARES, Clayton Alcardeet *al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologischezeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMARANTE, Odilon A. Camargo *etal.* **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2001. 45 p.
- ARAÚJO, Amanda Alves; MOURA, Geraldo Jorge Barbosa de. A literatura científica sobre os impactos causados pela instalação de parques eólicos: análise cienciométrica. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 28, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **Boletim anual de geração eólica 2019**. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/dados-abeeolica/>. Acesso 22 de set. 2023
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **EDP renováveis inaugura seu maior complexo eólico no mundo com potência instalada de 580 mw**. Disponível em: <<https://abeeolica.org.br/edp-renovaveis-inaugura-seu-maior-complexo-eolico-no-mundo-com-potencia-instalada-de-580-mw/>>. Acessoem: 2 out. 2023
- BP. **BP Statistical Review of World Energy**. 68 ed. London: BP, 2019. 62p.
- BRASIL.Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional**. Rio de Janeiro: MME, 2012. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/BENResultadosPreliminares2012.aspx>. Acesso em: 31/08/2023.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha energética brasileira: exercício 2015**. Brasília: MME, 2016. 31p. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://antigo.mme.gov.br/documents/36208/948169/7.15+-+Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+2015.pdf/a77c88b4-57ae-e560-693b-8d21a080b81a>. Acesso em: 20/09/2023.
- BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. Intended Nationally Determined Contribution (INDC). **Convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**, 2015. 6p. Disponível em: www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf. Acesso em: 22/09/2023.
- CASTRO, Rui M. G. **Introdução à energia eólica: energias renováveis e produção descentralizada**. 4.ed.Lisboa:Universidade Técnica de Lisboa, 2009. 91p.

COMPLEXO EÓLICO DE OSÓRIO. **Vista aérea parcial do parque de Osório.** Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Complexo_E%C3%B3lico_de_Os%C3%B3rio. Acesso em: 29/09/2023.

COSTA, Mônica Antonizia de Sales *et al.* Impactos socioeconômicos, ambientais e tecnológicos causados pela instalação dos parques eólicos no Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, p. 399-411, 2019.

COSTA, A. O. *et al.* Sustainability analysis of biodiesel production: A review on different resources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 27, p. 407-412, 2013.

CUADRA, L. *et al.* A study on the impact of easements in the deployment of wind farms near airport facilities. **Renewable Energy**, v. 135, p. 566-588, 2019.

DANTAS, Eduardo Janser de Azevedo *et al.* Wind power on the Brazilian Northeast Coast, from the whiff of hope to turbulent convergence: the case of the Galinhos Wind Farms. **Sustainability**, v. 11, n. 14, 3802, 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2018: Ano base 2017 / Empresa de Pesquisa Energética.** Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>. Acesso em: 24/09/2023

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional: Relatório Síntese – Ano base 2022, 2023.**

AGÊNCIA EPBR (EPBR). **EDP renovável inaugura seu maior complexo eólico no Brasil.** Disponível em: <https://epbr.com.br/edp-renovaveis-inaugura-seu-maior-complexo-eolico-no-brasil/>. Acesso em: 28/09/2023.

FERNANDES, B.; ARRAIS JUNIOR, E. **Impactos Ambientais dos Parques Eólicos na Região da Costa Branca Potiguar.** In: ENCONTRO DE COMPUTAÇÃO DO OESTE POTIGUARECOP/UFERSA, 1., 2017, Pau dos Ferros. **Anais...** Pau dos Ferros: ECOP/UFERSA, v.1, p. 149-156, 2017.

FILIPPE, Diego Barbosa Leite; DE MELO LOBATO, Emanuel; QUINTAN, Vinicius Contilio. Energia eólica: análise sobre o potencial eólico brasileiro. **Bolsista de Valor**, v. 1, p. 267-278, 2010.

FONTES, Eduardo Machado. **Estabilidade de sistemas isolados face ao aumento da integração de produção de origem renovável e sistemas de armazenamento de energia.** 2019.

GOLDEMBERG, J. Leapfrog energy technologies. **Energy Policy**, v.26, n.10, p.729-41, ago. 1998.

GOUVÊA, Renato Luiz Proença de; SILVA, Paulo Azzida. Desenvolvimento do setor eólico no Brasil. **Revista do BNDES**, v.25, p. 81-118, 2018.

HAMED, Tareq A.; ALSHARE, Aiman. Environmental impact of solar and wind energy-a review. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, v. 10, n. 2, p. 1-23, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Brasil/Ceará/Icapuí**. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/icapui/panorama>. Acesso: 01/10/2023.

JABER, Suaad. Environmental impacts of wind energy. **Journal of Clean Energy Technologies**, v. 1, n. 3, p. 251-254, 2013.

LADENBURG, Jacob. Visual impact assessment of offshore wind farms and prior experience. **Applied Energy**, v. 86, n.3, p.380-387, 2009.

LEUNG, Dennis Y.C.; YANG, Yuan. Wind energy development and its environmental impact: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 1, p. 1031-1039, 2012.

LEITE, Alexandre César Cunha; PICCHI, Livia. Os impactos socioambientais resultantes da implantação e operação dos parques eólicos no estado da Paraíba. **RP3-Revista de Pesquisa em Políticas Públicas**, n. 1, p. 1-27, 2019.

LEMOS, Ana Leticia Barbosa; SOPCHAKI, Carlos Henrique. Contribuição da ferramenta digital Shoreline Analysis System nos estudos de dinâmica costeira no estado do Ceará, Brasil. **Revista Equador**, v. 9, p. 61-81, 2020.

LIMA, Andrea Rosário de. **Energia eólica e o meio ambiente: o estudo das implicações socioespaciais no Alto Sertão Baiano**. 2021. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia em Ensino a Distância) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

LIMA, Marisa Rodrigues. **O uso da energia eólica como fonte alternativa para solucionar problemas de energia e bombeamento de água subterrânea em locais isolados**. 2009. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em fontes alternativas de energia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LOUREIRO, Caroline Vitor; GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do Ceará, Brasil. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais**, v. 6, n. 1, p. 24-38, 2015.

MAGALHÃES, A. L. C.; SOARES, GABRYEL FIGUEIREDO; LIRA, MARCOS ANTONIO TAVARES. Evolução histórica do potencial de energia renovável do Piauí. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 1., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: CONTEC, p. 1-5, 2016.

MAGALHÃES, Murilo Vill. **Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil**. 2009.48f. Monografia (Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MALAGUETA, Diego *et al.* Potential and impacts of Concentrated Solar Power (CSP) integration in the Brazilian electric power system. **Renewable Energy**, v. 68, p. 223-235, 2014.

MARINHO, Chrislaine do Bomfim. **Estudo do potencial eólico offshore no estado da Bahia utilizando o modelo WRF**. Salvador, 2020. 82 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial)-Centro Universitário SENAI, Salvador, 2020.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 1304, 2008.

PAIVA, Iara; LIMA, Ernane Cortez. Conflitos ambientais: energia eólica e seus impactos socioambientais no interior Ceará. **Geographia Opportuno Tempore**, v.3,p.306-318,2017.

PAULA, Fabrício Fagner de; CREMONESE, Matheus Machado. **Geração de energia eólica e desenvolvimento sustentável**. 2019 42 f.Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária) – Faculdade Doctum Juiz de Fora, 2019.

PEDERSEN, Eja. Health aspects associated with wind turbine noise—results from three field studies. **Noise ControlEngineering Journal**, v. 59, n. 1, p. 47-53, 2011.

PINTO, Lucía Iracema Chipponelli; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno. Omercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 1082-1100, 2017.

PORTAL ENERGIA. **Como funciona um Aerogerador**. Disponível em:<<http://www.portal-energia.com/funcionamento-de-um-aerogerador/>>. Acesso em: 29/09/2023.

PRADO, Kárys Cristina Diederichs. **Análise da complementaridade hidro-eólica e seus impactos no mercado de energia elétrica brasileiro**.2021. 98f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

RAMPINELLI, Giuliano Arns; ROSA JUNIOR, Celso Generosoda. Análise da geração eólica na matriz brasileira de energia elétrica. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n. 2, p. 273-302, 2012.

ROSSONI, Fábio. **Estudo da viabilidade técnica para implantação de parque eólico na microregião sudoeste do Paraná e oeste de Santa Catarina**. 2013. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Elétrica)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

SADORSKY, Perry. Wind energy for sustainable development: Driving factors and future outlook. **Journal of Cleaner Production**, v. 289, 125779, 2021.

SALES, Luis Fernando; QUIRINO, Jonatas Motta. Reutilização de descarga de exaustão de cozinhas para geração de energia elétrica. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, v. 6, n. 2, p. 115-152, 2023.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA DO ESTADO CEARÁ (SEMACE). **Projeto de gestão integrada da orla marítima**. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/05/PGI-DE-Icapui.pdf>. Acesso em: 22/09/2023.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos avançados**, v. 27, p. 99-116, 2013.

SILVA, J. A. Energia Eólica no Brasil: Avanços e Desafios. **Princípios**, v. 42, n. 167, p. 179 - 202, 28 ago. 2023.

SILVA, Luzia Ferreira da *et al.* Impactos socioambientais de parques eólicos no Brasil: uma revisão da literatura. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, 2022.

SOVACOOOL, Benjamin K. Contextualizing avian mortality: A preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossil-fuel, and nuclear electricity. **Energy Policy**, v. 37, n. 6, p. 2241-2248, 2009.

SCHMIDT, Johannes; CANCELLA, Rafael; PEREIRA JÚNIOR, Amaro O. An optimal mix of solar PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. **Renewable Energy**, v. 85, p. 137-147, 2016.

TERCIOTE, Ricardo. A energia eólica e o meio ambiente. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. **Proceedings online...** Available from: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100002&lng=en&nrm=abn>. Access on: 17 Oct. 2023.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica**. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 452p.

TOLMASQUIM, Mauricio. As origens da crise energética brasileira. **Ambiente & Sociedade**, Ano III, n. 6-7, p.179-183, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Sistema de informações para geração de energia eólica**. Disponível: <https://www.ufrgs.br/sieolica/mapaeolico1.html> Acesso: 02/10/2023

UNITED NATIONS (UN). **General Assembly Resolution 70/1: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2015. 35p. (A/RES/70/1). Disponível: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf Acesso: 01/10/2023.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (USEIA). **Wind energy and the environment**. 2018 Disponível em: https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=wind_environment. Acesso em: 22/09/2023.

WANG, Shifeng; WANG, Sicong. Impacts of wind energy on environment: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 437-443, 2015.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF – BRASIL). **Desafios e oportunidades para a energia eólica no Brasil: recomendações para políticas públicas** 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/JyBxVa>>. Acesso em: 22/09/2023.

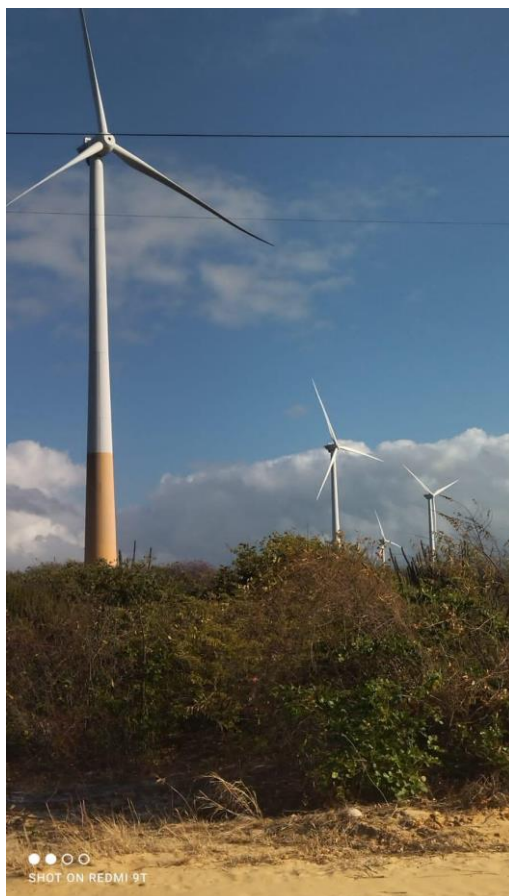
APÊNDICE A

Figura 9: Parque eólico localizado na comunidade de Peixe Gordo, Icapuí-CE



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 10: Aerogeradores instalados na comunidade de Melancias, Icapuí-CE.



Fonte: Autoria própria (2023).