



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

ANTONIO MATHEUS SILVA BRANDÃO

**A IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS EM ARANAÚ E AS ALTERAÇÕES NA
PAISAGEM E VIDA COMUNITÁRIA**

FORTALEZA

2022

ANTONIO MATHEUS SILVA BRANDÃO

**A IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS EM ARANAÚ E AS ALTERAÇÕES NA
PAISAGEM E VIDA COMUNITÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Dr. Antonio Jeovah de Andrade Meireles

FORTALEZA

2022

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)

B817i Brandão, Antonio Matheus Silva.
A implantação de parques eólicos em Aranaú e as alterações na paisagem e vida comunitária / Antonio Matheus Silva Brandão. – 2022.
29 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geografia, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Antonio Jeovah de Andrade Meireles.

1. Energia eólica. 2. Impactos ambientais. 3. Comunidades tradicionais. 4. Meio ambiente. I. Título.
CDD 910

FOLHA DE APROVAÇÃO

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Antonio Jeovah de Andrade Meireles

Professor Orientador

Ms. RILDELENE DOS SANTOS SILVA

Mestra pelo Programa de Pós-graduação em Sociobiodiversidade Tecnologias Sustentáveis
UNILAB. (Membra externa).

P. Dra. Sandra Helena Silva de Aquino

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal do Ceará
(Membra externa)

Fortaleza, ___ / _____ / ____.

RESUMO

O impacto ambiental gerado através da exploração de recursos naturais e pela liberação exacerbada de combustíveis fósseis na atmosfera, além das consequências geradas na biodiversidade global, nos mostra a necessidade de buscar alternativas que visam um aproveitamento mais consciente dos sistemas naturais que temos à disposição. Nesse contexto, a energia eólica surge como alternativa viável para colaborar com a diminuição dos impactos ambientais, especialmente os relacionados com a energia proveniente da queima dos combustíveis fósseis. Em 2001, o Estado do Ceará passou por estudos que definiram o potencial eólico. A Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) apontou o litoral cearense como área de grande potencial para construção de campos eólicos. Contudo, existem evidências de que a instalação e operação de usinas eólicas no litoral cearense está gerando impactos ambientais negativos em comunidades tradicionais. E em sistemas ambientais de proteção permanente (APP) como campos de dunas móveis e fixas, lagoas interdunares, manguezais, ecossistemas fluviolacustres e planícies de deflação eólicas (MEIRELES, 2008; 2011). A metodologia foi baseada na análise da realidade local desde a visão de membros da comunidade e do pesquisador, além da identificação de impactos ambientais e modificações da paisagem relacionadas com a implementação do parque eólico. Nesse contexto, a comunidade de Aranaú localizada no litoral norte do Estado do Ceará remete a reflexões acerca da construção do parque eólico presente na comunidade e abre questionamentos sobre a sustentabilidade da energia limpa na região. Isso devido ao parque eólico localizado no campo de dunas onde ocorrem mudanças topográficas e morfológicas impostas pela dinâmica alterada com a implantação dos aerogeradores e demais equipamentos.

Palavras – chave: Energia eólica. Impactos ambientais. Comunidades tradicionais e Meio ambiente.

ABSTRACT

The environmental impact generated through the exploitation of natural resources and the exacerbated release of fossil fuels into the atmosphere, in addition to the consequences generated in global biodiversity, shows us the need to seek alternatives that aim at a more conscious use of the resources we have at our disposal. In this context, wind energy appears as a viable alternative to collaborate with the reduction of environmental impacts, especially those related to energy from the burning of fossil fuels. In 2001, the State of Ceará underwent studies that defined the wind potential. The Secretariat of Infrastructure (SEINFRA) pointed out the coast of Ceará as an area of great potential for the construction of wind farms. However, there is evidence that the installation and operation of wind farms on the coast of Ceará is generating environmental impacts on traditional communities. And in permanent protection environmental systems (APP) such as mobile and fixed dune fields, interdune lagoons, mangroves, fluviolacustrine ecosystems and wind deflation plains (MEIRELES, 2008; 2011). The methodology was based on the analysis of the local reality from the point of view of community members and the researcher, in addition to the identification of environmental impacts and changes in the landscape related to the implementation of the wind farm. In this context, the study of the community of Aranaú located on the northern coast of the State of Ceará refers to reflections on the construction of the wind farm present in the community and opens questions about the sustainability of clean energy in the region. This is due to the wind farm located within a field of dunes where topographical and morphological changes occur, imposed by the dynamics altered with the implementation of wind turbines and other equipment.

Keywords: Wind Energy. Environmental impacts. Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Região da praia de Aranaú no ano de 2007	22
Figura 2 - Região da praia de Aranaú no ano de 2007	22
Figura 3 - Região da praia de Aranaú no ano de 2009	23
Figura 4 - Região da praia de Aranaú no ano de 2021	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEOLICA - Associação Brasileira de Energia Eólica
APA - Área de Proteção Ambiental

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFCE - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará
MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MW - Megawatt

PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SEINFRA - Secretaria de Infraestrutura do Governo do estado do Ceará

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 - EMBASAMENTO TEÓRICO	13
1.1 ENERGIA - ALGUNS CONCEITOS	14
CAPÍTULO 2 - GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA	14
2.1 DEFINIÇÃO DE PARQUE EÓLICO	15
2.2 OS VENTOS NO ESTADO DO CEARÁ	16
CAPÍTULO 3 - A REGIÃO DE ARANAÚ	19
3.1. COMPARATIVO DA REGIÃO ENTRE O ANO DE 2007 E 2021	22
CAPÍTULO 4 - A PESQUISA	25
4.1. QUESTIONÁRIO DA PESQUISA	26
4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A energia é fundamental para criar e desenvolver as atividades socioeconômicas e culturais para a sobrevivência humana. Inicialmente utilizada para sustentar o modo de vida das populações com bens produzidos desde os recursos naturais e fornecer os benefícios que permeiam os setores da sociedade – economia, trabalho, ambiente, relações internacionais, assim como nossas próprias vidas – moradia, alimentação, saúde, transporte, lazer e muito mais (HINRICHS & KLEINBACH, 2010).

Até o século XVI a força de trabalho predominava a força física do trabalhador (ou escravizado de acordo com escravidão vol. I), na tração animal, na energia hidráulica (rodas d'água) e na energia dos ventos (moinhos). Inicialmente, ao uso de força animal foi acrescida a energia hidráulica, que mais tarde, recebeu os derivados de petróleo e posteriormente, a essa matriz, foi adicionada a energia elétrica (GUENA, 2007).

Contudo, vale ressaltar que qualquer forma de aproveitamento dos recursos naturais pela humanidade com fins de produção de energia, provoca, em escala variável, impactos ao meio ambiente. Esses impactos podem ser verificados de diversas formas, por exemplo, inundação de grandes áreas, no caso das hidrelétricas; liberação de gases, no caso das termelétricas e produção de resíduos radioativos, no caso das usinas nucleares. É importante também assinalar que parte desses impactos recaem de forma desproporcional sobre comunidades vulnerabilizadas, especialmente nas comunidades tradicionais, terras indígenas e nos distritos industriais das periferias das grandes cidades brasileiras (LEROY e MEIRELES, 2013)

Para entender a produção de energia na atualidade, estão sendo realizados estudos interdisciplinares para que possam evidenciar a complexidade dos sistemas ambientais e sua utilização enquanto recurso energético (MEIRELES, MELLO, SAID, 2019. Energia, meio ambiente e desenvolvimento estão forte e intimamente conectados (HINRICHS & KLEINBACH, *op cit.*).

A energia eólica é uma matriz que colabora com a diminuição do impacto ambiental causado pela emissão de dióxido de carbono na atmosfera. O impacto ambiental gerado através da exploração dos sistemas ambientais que provocam incremento dos gases do efeito estufa, como a liberação exacerbada CO₂ pela queima de combustíveis fósseis na atmosfera, além das consequências geradas na biodiversidade global, nos mostra a necessidade de buscar alternativas. Principalmente das alternativas com aproveitamento adequado dos recursos que temos à disposição. Nesse contexto, a energia eólica surge como alternativa viável para colaborar com a diminuição dos impactos ambientais relacionados, por exemplo, com as mudanças climáticas extremas.

O Nordeste do Brasil possui regiões com condições favoráveis para a construção de parques eólicos devido a sua posição geográfica, os ventos alísios de leste influenciam gerando grande potencial eólico no Ceará e no Rio Grande do Norte com ventos médios entre 5 m/s e 9 m/s. No caso específico do Ceará, o relevo favorável o torna um dos Estados brasileiros com melhores condições de aproveitamento do potencial eólico (SEINFRA, 2008).

Em 2001, o Estado do Ceará passou por estudos que visavam analisar o potencial eólico do Estado, o estudo feito pela Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) apontou o litoral cearense como área de grande potencial para construção de campos eólicos. Contudo, existem indícios de que a instalação e operação de usinas eólicas no litoral cearense está gerando impactos ambientais, comunidades tradicionais e áreas de proteção permanente (APP) como campos de dunas móveis e fixas, lagoas interdunares, manguezais, sistemas flúvio-lacustres e planícies de deflação eólicas (MEIRELES, 2008; 2011).

Diante do exposto, essa pesquisa tratou de um estudo de caso com o objetivo geral identificar os impactos ambientais e modificações da paisagem relacionados com a implementação do parque eólico na comunidade de Aranaú/CE. E como objetivos específicos: remeter a reflexões acerca da construção do parque eólico presente na comunidade; abrir questionamentos sobre a sustentabilidade da energia limpa na região, tendo em vista que o parque eólico está localizado dentro de um campo de dunas onde ocorrem mudanças topográficas e morfológicas, e listar os principais impactos socioambientais sentidos e/ou vivenciados pela população daquela região.

Para alcançar os objetivos a pesquisa foi iniciada com leitura de bibliografia especializada acerca dos principais impactos ambientais e socioambientais causados pela

implantação de parques eólicos em comunidades tradicionais. Além disso, foi feita uma pesquisa de campo e entrevistados os moradores das comunidades impactadas pelo parque eólico em operação. Sendo assim, a metodologia foi fundamentada na análise da realidade local desde a visão de membros da comunidade (com a aplicação de questionário) e do pesquisador, além da identificação de impactos ambientais e modificações da paisagem relacionados com a implementação do parque eólico. A análise das alterações da paisagem foi realizada utilizando fotografias de 2007 e as obtidas durante as atividades de pesquisa de campo.

Este trabalho está organizado, inicialmente, com a introdução, a qual procura situar o leitor sobre o tema, sua importância e a organização, e é seguido de quatro capítulos. O primeiro capítulo é feito um embasamento teórico, apresentados os dados de ventos do estado do Ceará e caracterização de geradores eólicos e energia eólica no Ceará. O segundo capítulo aborda os Fundamentos Teórico-metodológicos e Procedimentos da pesquisa. O terceiro caracteriza a área de estudo, embasada em marcos geográficos, sociais, econômicos e ambientais. No quarto será mostrado o resultado e análise da pesquisa, obtido por meio da aplicação de questionários e de entrevistas. Por fim, as Conclusões e Considerações finais, com sugestões para trabalhos futuros.

EMBASAMENTO TEÓRICO

A sociedade, em seu curso histórico, atravessou mudanças que influenciaram não somente o modo de vida dos diversos povos espalhados pelos continentes, como também a própria natureza. Os sistemas naturais passaram a ser vistos com diversas perspectivas: hoje passamos a observar na própria natureza a solução para os impactos causados pela humanidade ao nosso planeta. Em um contexto de fenômenos climáticos extremos, impactos ambientais e alto consumo energético surge a necessidade da produção de energia alternativa e com menores danos ambientais e sociais.

A energia é associada a capacidade de produzir um trabalho ou realizar uma ação para colocar as coisas em movimento. E o movimento é algo imprescindível em nosso cotidiano. Cada vez mais, as sociedades humanas dependem de um elevado consumo energético para

sua subsistência e desenvolvimento, e para isso, têm sido desenvolvidos, ao longo do tempo, diversos processos de transformação, transporte e armazenamento de energia. (RIBEIRO, 2013).

Portanto, surge nesse contexto a diversificação da matriz energética brasileira como principal estratégia para enfrentar de maneira sustentável os desafios da segurança energética. Esse processo se dá a partir da introdução de fontes alternativas e complementares de energia limpa e renovável como parte essencial na expansão da oferta de energia no Brasil. (REIS, 2015, p.5)

Entretanto, os diferentes tipos de energia acabam recebendo nomes específicos que geralmente fazem referência explícita à natureza do sistema envolvido no armazenamento ou às plantas industriais onde ocorrem as transformações de energia (FELTRE, 2004). Neste trabalho, dá-se ênfase às energias renováveis.

Sobre os sistemas ambientais da área de estudo, os componentes morfológicos da planície costeira foram definidos de acordo com Meirelles (2014). Localmente foram evidenciadas as dunas, as lagoas costeiras, canais de mar e a faixa de praia (ver figura 2).

Geração de energia eólica

O desenvolvimento atual da indústria eólica está atrelado a aprimoração tecnológica que se iniciou com moinhos de vento até as modernas turbinas eólicas atuais. O primeiro uso de energia eólica que se tem conhecimento foi a utilização de barcos a vela, sendo importante posteriormente para o desenvolvimento dos moinhos de vento (MARQUES, 2004).

A turbinas eólicas funcionam como máquinas que retiram energia da ação do vento por efeitos aerodinâmicos que atuam nas pás da eólica, dessa forma geram energia através de um gerador elétrico conectado no seu eixo (WENZEL, G. M. 2008).

A captação de energia cinética reduz a velocidade do vento imediatamente à jusante do rotor e, gradualmente, essa velocidade se recupera ao encontrar os fluxos de ar predominantes do escoamento livre. Das forças de sustentação aerodinâmica das pás do rotor resulta uma esteira helicoidal de vórtices (escoamento giratório onde as linhas de corrente apresentam um padrão circular ou espiral. São movimentos espirais ao redor de um centro de rotação. Ele surge devido à diferença de pressão de duas regiões vizinhas. Quando isso ocorre o fluido

tende a equilibrar o sistema e flui para esta região mudando, eventualmente, a direção original do escoamento e, com isso, gera vorticidade), que gradualmente se dissipa. Após alguma distância à jusante da turbina, o escoamento praticamente se recupera e passa a ter a velocidade original. Turbinas adicionais podem ser instaladas, minimizando as perdas de desempenho causadas pela interferência da turbina anterior.

Na prática, essa distância varia com a velocidade do vento, condição de operação da turbina, rugosidade de terreno e condição de estabilidade térmica vertical da atmosfera (RIBEIRO, 2013).

Os parques para a produção de energia eólica

Parque eólico é um conjunto de turbinas eólicas dispostas adequadamente em uma mesma área. A proximidade geográfica entre as turbinas tem como vantagem a diluição de custos para o arrendamento do terreno, a construção das fundações, os custos de montagem, menores equipes de operação e manutenção e estoques de reposição. Os parques eólicos com turbinas de projeto consolidado e manutenção adequada apresentam fatores de disponibilidade típicos da ordem de 0.98. (RIBEIRO, 2013).

Em ventos muito fortes, normalmente acima de 25,0 m/s, denominada velocidade máxima (V_m) de operação ou cut out, atua o sistema automático de proteção (RIBEIRO, 1995). Esses ventos têm ocorrência rara e são inviáveis em termos de aproveitamento energético, além do que a turbulência pode causar comprometimento na estrutura da máquina. Nesse caso, a rotação das pás é reduzida (com passo ou estol) e o sistema elétrico da turbina é desconectado da rede elétrica. As turbinas eólicas de grande porte têm controle inteiramente automático, por meio de atuadores rápidos, software e microprocessadores alimentados por sensores duplos em todos os parâmetros relevantes. Atualmente, utiliza-se a telemetria de dados para monitoramento de operação remota.

Segundo RIBEIRO (2013), essa tecnologia possui características diferenciadas em relação às formas tradicionais de geração elétrica:

- Instalação rápida: turbinas eólicas são produzidas em escala industrial, e podem ser rapidamente instaladas e conectadas à rede elétrica.
- Dispensam desapropriações ou deslocamento de populações.

- O planejamento institucional e delimitação prévia de áreas permissíveis para a instalação podem simplificar e agilizar a obtenção de licenças ambientais.
- Modularidade: cada turbina eólica instalada e comissionada inicia a operação.
- Geração descentralizada: dispersa geograficamente, a geração de energia geralmente reforça as pontas do sistema elétrico; ao gerar localmente, reduz as perdas na transmissão elétrica de longas distâncias e aumenta a eficiência global do sistema.

Segundo dados da ABSOLAR, a energia eólica e a energia solar estão entre as mais baratas do país, em leilão realizado em 2009 o MWh da eólica custou R\$278,9. Com o passar dos anos e a partir da introdução de novas tecnologias o preço apresentou uma queda para R\$107,1 o MWh em leilão realizado em 2019. Entretanto, críticas têm sido feitas em relação aos incentivos e subsídios públicos concedidos aos empreendedores da energia eólica (ABSOLAR, 2021).

É pertinente dizer que a produção de energia eólica tem vantagens socioeconômicas, uma vez que produz empregos e dividendos econômicos. Porém, é necessário avaliar as vantagens e desvantagens, uma vez que também produz impactos socioambientais. Uma das desvantagens evidenciadas foi a qualificação técnica exigida para os empregos, o que praticamente exclui a participação da população ativa das comunidades do entorno dos parques instalados.

Atuação dos ventos no estado do Ceará

O estado do Ceará possui 147.348 km² de área territorial e está situado no Nordeste brasileiro, está localizado na zona equatorial do globo terrestre e imerso na zona de ação dos ventos alísios do hemisfério Norte e do hemisfério Sul em baixos níveis, baixas pressões altas temperaturas na superfície do mar com atividades convectivas e precipitações intensas, são fenômenos que compõem Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (FERREIRA, MELLO 2005) , e que atuam nos 573 km de costa litorânea cearense situada no Oceano Atlântico. Com esses fatores, a movimentação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) induz uma sazonalidade nos regimes de vento (Atlas Eólico do Ceará, 2000).

A posição da ZCIT migra constantemente durante o ano, nos meses de março a maio a posição da ZCIT se encontra sobre o território cearense, período em que ocorrem as principais

chuvas, podendo ser a única estação chuvosa, quando os ventos atingem sua intensidade mínima anual. Nos nove meses restante do ano a posição da ZCIT ruma ao Norte saindo da área do estado do Ceará, essa ação resulta em um predomínio do período de estiagem durante o ano, dessa forma influencia na predominância do clima semiárido no estado do Ceará e na região Nordeste do Brasil. Entretanto, é nesse período de estiagem, que pode ir de julho a dezembro, que os ventos atuam de forma mais intensa. Na região de Acaraú os valores podem atingir máximos acima de 11m/s às 14:00h local com maior intensidade no período seco (CAMELO, CARVALHO, LEAL JUNIOR, ACCIOLY FILHO. 2008).

A sazonalidade dos ventos no Ceará é complementar ao regime hídrico predominante na geração hidrelétrica no Brasil (ROCHA et al., 1999). Como mais de 70% da produção de energia elétrica brasileira é proveniente de usinas hidrelétricas, o potencial eólico do estado do Ceará é máximo, justamente no período de níveis mínimos de reservatórios, onde os custos associados de geração e os riscos de déficit são máximos. Dessa forma, uma participação de usinas eólicas no sistema elétrico poderá contribuir para a estabilização sazonal da oferta de energia.

Diante de tudo o que foi exposto até aqui, pode-se concluir que o Ceará apresenta um potencial elevado para a produção de energia eólica. Por esse motivo, o locus da pesquisa é o município de Acaraú, mais precisamente, o distrito de Aranaú, localizado no litoral norte do Estado do Ceará (Figura 1).

METODOLOGIA

O estudo foi realizado de modo a evidenciar qualitativamente os impactos ambientais relacionados com as transformações dos sistemas ambientais impostos pela implantação de um parque de produção de energia eólica no distrito de Aranaú, litoral oeste do Ceará.

Nesse sentido, foram realizadas atividades de campo para as observações das alterações provocadas durante a implantação e operação dos aerogeradores e envolvendo a abertura de vias de acesso que fragmentaram os componentes morfológicos da planície costeira. Essa etapa da pesquisa utilizou imagens de satélite obtidas no Google Earth.

Foram utilizadas fotografias da paisagem para evidenciar a sequência dos impactos desde 2008, ano em que se iniciou a implantação do parque de aerogeradores na área de estudo.

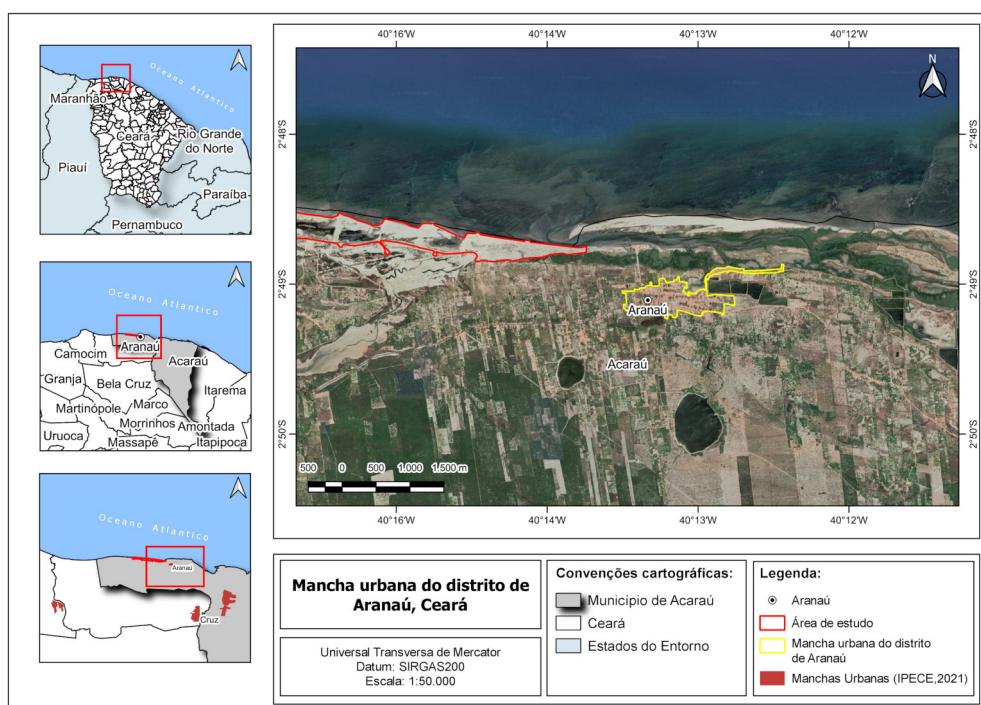
Foram realizadas entrevistas e aplicado um questionário eletrônico e abordou as seguintes questões: escolaridade, sexo, atividade econômica na área de estudo. Conhecimento dos entrevistados sobre os sistemas ambientais, a importância da proteção ambiental e a preservação; se as eólicas provocaram mudanças e quais foram as principais alterações nos sistemas ambientais e no modo de vida comunitário e, finalmente, se ocorreram alterações nos setores de pesca e agricultura.

As imagens de satélites e os mapas foram elaborados utilizando o software QGis versão 3.24.0.

A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELOS AEROGERADORES DE ARANAÚ

Aranaú, distrito de Acaraú, situa-se no litoral norte do estado do Ceará. As principais fontes de renda são a pesca, a coleta de mariscos, a criação de animais, a carcinicultura e o comércio.

Figura 1 – Localização da área de estudo.

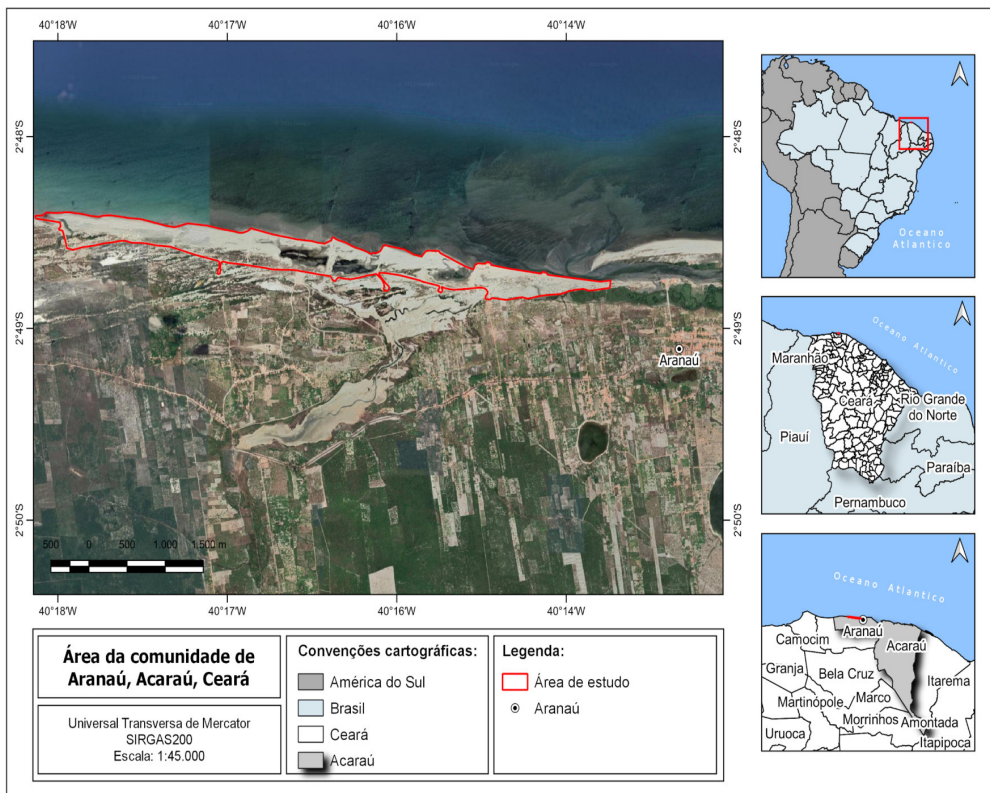


Fonte: BRANDÃO, Matheus; SOUZA, Ruth Paulina Rios de 2022.

O distrito de Aranaú apresenta impactos ocasionados pela construção de viveiros de camarão (carcinicultura) em áreas de influência direta do ecossistema manguezal e planície de maré. Os impactos foram amplamente analisados por GORAYEB e BRAMNSTRON (2020).

A escolha da área de estudo foi motivada por questões pessoais devido às origens familiares do autor. E para a análise das transformações da paisagem local desencadeadas pela implementação do parque eólico em 2008, que possui 19 torres geradoras de energia eólica, em distintos sistemas ambientais na comunidade de Aranaú (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – principais sistemas ambientais na área de influência direta dos parques eólicos: campo de dunas, flechas de areia e sistemas lacustres e fluviolacustres.



Fonte: BRANDÃO, Matheus; SOUZA, Ruth Paulina Rios de, 2022.

Figura 3 – Detalhes dos sistemas ambientais da área de estudo. Verificar a complexidade dos sistemas ambientais fortemente impactados tanto na fase de implantação como na de operação das torres.



Fonte: Google Earth.

Após a implementação do parque eólico, os impactos cumulativos foram relacionados com a degradação da paisagem dos campos de dunas, das lagoas interdunares e modificação estética da paisagem (MEIRELES, 2011). Foram também evidenciados o aumento de construções de alvenaria na faixa de praia, a implantação de vias de acesso carroçável entre as torres eólicas. Foi possível notar um aumento na criação de animais nos espaços relacionados aos campos de dunas.

As visitas em campo permitiram obter um olhar mais amplo das recentes mudanças, foi possível constatar a retirada de dunas móveis e cobertura vegetal para construção de vias de acesso, o processo ocorreu com o uso de máquinas pesadas e caminhões para transporte de materiais para obras e como consequência essas ações provocaram terraplanagem com a retirada de vegetação, aterramento do campo de dunas e de setores próximos a torre eólica. Além disso verificou-se o crescimento de construções de alvenaria (com loteamentos na faixa de praia), por se tratar de impactos relacionados com o início da implantação dos parques eólicos, possivelmente estão associados. A figura 4 evidencia a construção da via de acesso aos aerogeradores entre a faixa de praia e os ambientes lacustre e fluviolacustre. Foi possível evidenciar que a estrada bloqueou as trocas laterais entre os fluxos das marés e os ecossistemas à retaguarda. A dinâmica da linha de costa provocou a erosão da via de acesso por estar no domínio do perfil praiar, o que suscitou a construção de espigões e muros paralelos à faixa de praia.

Figura 4 – Via de acesso construída pelo empreendimento em fase erosão acelerada.



Fonte: Antonio Matheus Silva Brandão. 2022 (arquivo pessoal).

Comparativo de fotografias de campo que registraram as paisagens dos anos 2007 e 2021.

Foi possível comparar os componentes da paisagem nos anos de 2007 e 2021, antes e depois da instalação do parque eólico em Aranaú. As figuras 5 mostra, inicialmente, a planície costeira de Aranaú no ano de 2007. As transformações observadas possivelmente promoveram alterações da fauna e flora específicas do sistema dunar e tabuleiro pré-litorâneo, o soterramento de dunas fixas pelas atividades de terraplanagem foram responsáveis por alterações morfológicas na faixa de praia, as vias de acesso foram relacionadas com a ocupação da faixa de praia por barracas de praia e que estão abandonadas ou em precário estado de conservação. Promoveram impactos relacionados com a poluição visual e interferências na dinâmica dos ventos e transporte de sedimentos na faixa de praia (zona de berma).

Figura 1: região de praia de Aranaú no ano de 2007.

Figura 5 – Praia de Aranaú em 2007.



Fonte: Antonio Matheus Silva Brandão. 2007 (arquivo pessoal).

Os campos de dunas são característicos da paisagem apresentada na planície costeira, assim como a vegetação na fotografia caracterizada por manguezais. Uma outra mudança é visível na zona de pesca artesanal conhecida como “pesca de curral” que, após a instalação dos aerogeradores e terraplanagem das dunas, passou a ser concentrada em outras localidades. A comunidade local passou a conviver com essa realidade. A instalação também promoveu aumento no fluxo de pessoas na comunidade.

As fotografias acima mostram a característica do distrito de Aranaú no ano de 2007, um ano antes do início das instalações do parque eólico, a planície costeira apresenta uma aparência na sua paisagem diferente da realidade atual e a percepção dessas mudanças pode ser observada nos anos seguintes, como mostram as figuras 6 e 7:

Figura 6: Faixa de praia de Aranaú em 2009.



Fonte: Antonio Matheus Silva Brandão. 2009 (arquivo pessoal).

Figura 7: a praia de Aranaú no ano de 2013.



Fonte: Antonio Matheus Silva Brandão. 2013 (arquivo pessoal).

Em 2009, um ano após o início da construção do campo eólico, ainda se viam poucas intervenções na faixa de praia. As eólicas não estavam totalmente instaladas e haviam poucas

construções de alvenaria próximas à praia. Entretanto, a movimentação de caminhões e máquinas pesadas ainda era frequente, além disso ocorria a construção de outras torres para transportar a energia gerada pelos cata-ventos. Nesse período a construção não estava totalmente finalizada e as obras aconteciam não somente nas proximidades da praia, mas como no tabuleiros pré-litorâneos. Foi nesse contexto que surgiram as vias de acesso no campo de dunas e desmatamento no tabuleiro pré-litorâneo. Essas foram as primeiras alterações da paisagem relacionadas com a instalação dos aerogeradores. Com o passar dos anos as transformações foram mais recorrentes, como a alteração morfológica e topográfica das dunas.

A zona possui unidades geoambientais que foram definidas pelo empreendedores como favoráveis para instalação de parques eólicos, mas observou-se que alguns desses parques se localizam em componentes morfológicos desde a faixa de praia aos terraços marinhos e canais de maré considerados ambientes frágeis para as intervenções efetuadas (LOUREIRO; GORAYEB e BRANNSTROM, 2015). Dessa forma, é possível notarmos mudanças na dinâmica dos sistemas ambientais (foram fragmentados, soterrados e alteradas a cobertura vegetal e a topografia), desde a instalação do parque eólico. A implantação proporcionou impactos como a eliminação de cobertura vegetal, compactação do solo ocasionado por máquinas pesadas, terraplanagem para a construção de uma estrada no domínio da dinâmica das marés tanto nos canais como na faixa de praia e soterramento de dunas. Na fase de operação atual estes impactos permanecem afetando a dinâmica ambiental. Os impactos contribuíram para a mudança de perspectiva da comunidade obtida através da comparação com os anos anteriores.

RESULTADOS DA CONSULTA SOBRE OS IMPACTOS DAS EÓLICAS.

Além das entrevistas realizadas de forma presencial, também foi elaborado questionário relacionado com as atividades socioeconômicas, percepção dos impactos das eólicas e sobre a moradia. Foram entrevistadas 23 pessoas moradoras da comunidade de Aranaú, entre homens e mulheres. As questões locais foram respondidas por pescadores,

docentes municipais, servidores públicos do município de Acaraú e com grau de instrução variando entre ensino fundamental, médio e superior.

Resultados e Discussão

As mulheres correspondem a maioria dos entrevistados (54.5%) (Gráfico 1). Quando questionados sobre o grau de instrução, a maioria (56.5%) disse possuir o ensino superior completo, enquanto 17.4% afirmaram ter o fundamental completo, 21.7% afirmaram ter o ensino fundamental incompleto e 4.3% superior incompleto (gráfico 2).

Gráfico 1

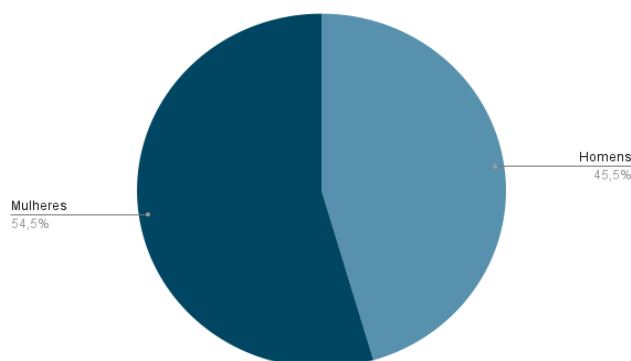
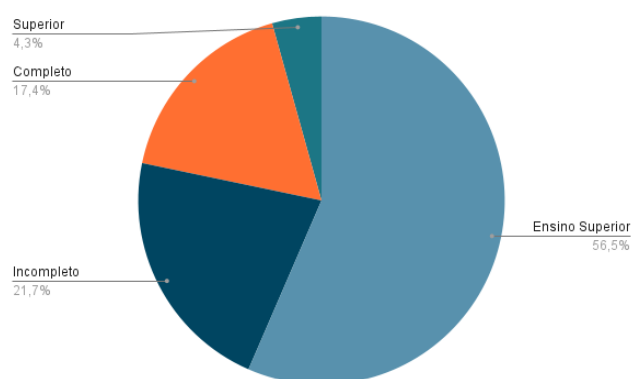


Gráfico 2



Vale ressaltar que a maioria dos entrevistados foi de professores da rede estadual e municipal de ensino. Os entrevistados que responderam possuir o fundamental completo possuem cargos como vigia noturno das escolas e no serviço de limpeza como gari e

motorista. No que se refere aos entrevistados que não possuem ensino fundamental completo, todos trabalham ou já trabalharam com pesca, alguns não exercem a profissão devido a idade.

A quarta pergunta do questionário buscou saber se os entrevistados conheciam bem a região em que moram, como resposta, todos (100%) afirmaram conhecê-la.

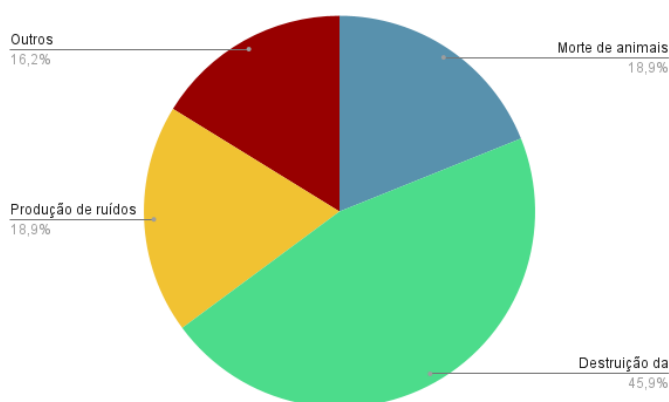
Todos afirmaram que a preservação do meio ambiente é importante para a comunidade. Quando questionados se a instalação do campo eólico provocou mudanças na área de estudo, 100% dos entrevistados disseram que sim. O início da construção do parque eólico se deu em 2008, portanto todos os entrevistados observaram tais mudanças e moravam nas comunidades desde antes do início das instalações das eólicas.

Quando indagados se associam a construção dos aerogeradores com algum impacto ambiental, 3% disseram que não, enquanto 97% dos entrevistados disseram que sim.

Quando questionados se constatarem interferência nos setores de pesca e agricultura nas proximidades dos aerogeradores, 56.5% afirmaram que sim, enquanto 43.5% dos entrevistados disseram que não. Foi possível constatar nas entrevistas semiestruturadas que a associação à “pouca interferência” foi devida a essas atividades ainda permanecerem em locais próximos às áreas de influência dos aerogeradores.

Quando indagados sobre quais seriam os impactos ambientais, 45.9% citaram a destruição da vegetação nativa, 18.9% citaram a produção de ruídos, 18.9% alegaram a morte de animais e 16.2% associaram a outros tipos de impacto (Gráfico 3).

Gráfico 3 – principais impactos ambientais constatados pelos entrevistados



Portanto, foi possível evidenciar mudanças nas características da paisagem desde a instalação do parque eólico. A construção proporcionou impactos como eliminação de cobertura vegetal, compactação do solo ocasionado por máquinas pesadas, terraplanagem para a construção de uma estrada entre as torres e soterramento de dunas. Além de ser uma sequência de impactos detectados pela comunidade e que interferiu em sistemas ambientais que proporcionam a dinâmica da paisagem e a qualidade de vida comunitária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de parques eólicos na costa do Ceará está se avolumando de forma não controlada, tanto sob os pontos de vistas ambiental e social, quanto do ponto de vista de um monitoramento adequado e integrado. Como resultado, foi observado acúmulo de impactos negativos. O mais recorrente é relacionado com a descaracterização das comunidades, principalmente àquelas que têm uma história consolidada e uma cultura já estabelecida e vinculada aos sistemas ambientais locais.

As intervenções no ambiente provocadas pela implantação de parques eólicos ocorrem em área de preservação permanente, abrangendo campos de dunas fixas e móveis, lagoas interdunares (que são sazonais), planície de aspersão eólica, manguezais e a faixa de praia. Dessa forma, foram impactados ecossistemas associados às matas de duna e tabuleiro e, possivelmente, com interferências na dinâmica dos lençóis freáticos, dunas e tabuleiro.

Os parques eólicos na costa cearense estão proporcionando impactos ambientais negativos, manifestados tanto no campo de dunas quanto nas comunidades próximas a eles. Os principais impactos ambientais que degradam sensivelmente o meio ambiente local foram: a terraplanagem, a compactação do solo, o desmatamento e a fragmentação dos campos de dunas; a fragmentação dos ecossistemas por estradas ou o completo aterramento de lagoas interdunares e, possivelmente, a destruição de sítios arqueológicos. Esses impactos alteram significativamente a morfologia, a topografia e a fisionomia do conjunto de sistemas ambientais locais.

As interferências na dinâmica dos sistemas ambientais afetaram a mobilidade dos agricultores e pescadores como ocorreu na comunidade do Cumbe, município de Aracati (litoral leste). Foi possível constatar que se tratou de um conjunto de impactos negativos semelhantes aos da área de estudo. Em trabalho junto a comunidades semelhantes,

observou-se claramente ser esse o principal questionamento das pessoas, uma vez que os atingem de maneira direta. (MEIRELES, et al., 2006, SCHLACHER et al., 2008).

Contudo, é importante que se faça um rigoroso estudo ambiental, definir os impactos cumulativos, respeitar os territórios e as práticas de agricultura e pesca, preservar e recuperar as dunas e os sistemas ambientais controlados pelas marés fortemente degradadas. Além de priorizar a implantação de energia renovável com controle social local priorizando a produção de energia pública para a própria comunidade. E para que as consequências aqui analisadas relacionadas com a implantação inadequada dos parques eólicos nesses espaços de vida comunitária.

REFERÊNCIAS

BORGES NETO, M. R.; CARVALHO, P. C. M. **Introdução à geração de energia elétrica**. Petrolina: IF Sertão Pernambucano, 1ª ed, 2011, P. 237.

BRASIL. Decreto n. 9.274, de 06 de junho de 1990, que regulamenta a Política Nacional de Meio Ambiente. www.planalto.gov.br/ccivil, 1990.

BRASIL. Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981, que cria a Política Nacional de Meio Ambiente. www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis, 1981.

CAMELO, R.N.; CARVALHO; LEAL JUNIOR, P.C.N; ACCIOLY FILHO, J.B.V. João Bosco Passos. Análise estatística da velocidade de vento do estado do Ceará. *Rev. Tecnol. Fortaleza*, v. 29, n. 2, p.211-223, dez. 2008.

CARVALHO, P. C. M. Geração Eólica. Fortaleza: Imprensa Universitária – UFC, 2003, p.146.

CARVALHO NETA, M. de Lourdes; CLAUDINOSALES, V. Paisagem e transformação espaço-temporal: análise da desembocadura fluvial do rio Jaguaribe, Ceará (1968-1988). In: VII Encontro Nacional da ANPEGE, 2007, Niterói. Anais do VII Encontro Nacional da ANPEGE, 2007.

CAVALCANTI, A. P. B. Impactos e condições ambientais da zona costeira do estado Piauí. Rio Claro, 2001. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2011. p. 353.

CEARÁ. Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA). Disponível em: Acesso em 22/dez/2021.

FERREIRA, A.G. e MELLO, N.G.S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. *Revista*

Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 1, dez. 2005. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25215/16909>>.

ESPINEL ARIAS, Valentina. Fatores controladores de sistemas eólicos costeiros carbonáticos: os eolianitos quaternários do Piauí e oeste do Ceará. 2015. Dissertação (Mestrado em Geotectônica) - Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/D.44.2015.tde-22122015-144856.

GASPAR, A. Física. Volume único, Editora Ática, 1a ed. São Paulo, 2005.

GOLDEMBERG, J.; BARBOSA, L.M. A legislação ambiental no Brasil e em São Paulo. In: Revista Eco 21, Ano XIV, Edição 96, novembro, 2004. Disponível em: www.eco21.com.br. Acesso em 27/dez./2021.

LEROY, J. P. e MEIRELES, A. J. A. Povos Indígenas e comunidades tradicionais: os visados territórios dos invisíveis. In: PORTO, M. F.; PACHECO, T.; LEROY, J. P. (Orgs.). Injustiça ambiental e saúde no Brasil: o mapa de conflitos. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, p. 115-131, 2013

LIMA, I. S. M. Turismo e Carcinicultura: Desafios para o Desenvolvimento da Comunidade do Cumbe em Aracati. Fortaleza: Dissertação (Mestrado) - Profissional em Gestão de Negócios Turísticos / Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2004. p. 134.

LIMA, M. do C. Comunidades pesqueiras marítimas no Ceará: território, costumes e conflitos. Tese (Doutorado) – FFLCH/USP, São Paulo, 2002.p. 220.

LOUREIRO, C.V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do Ceará, Brasil. Geosaberes, v. 6, n. 1, p. 24-38, out. 2015.

MARQUES, J. Wind turbine: modeling, analysis, and control of doubly fed induction generator. 2004. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

MEIRELES, A.J.A., MELO, J.A.T. and SAID, M.A. "Environmental Injustice in Northeast Brazil: The Pecém Industrial and Shipping Complex", Environmental Impacts of Transnational Corporations in the Global South Research in Political Economy, Vol. 33), Emerald Publishing Limited, pp. 171- 187pp., 2018. <https://doi.org/10.1108/S0161-723020180000033007>

MEIRELES, A. J. A.; SILVA, E. V.; THIERS, P. R. L. Os campos de dunas móveis: fundamentos dinâmicos para um modelo integrado de planejamento e gestão da zona costeira. São Paulo: GEOUSP - Espaço e Tempo, Nº 20, 2006. p. 101 – 119.

MEIRELES, A. J. A. Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2014. 489p.

MEIRELES, A. J. A. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locacionais», Confins [Online], 11 | 2011, posto online no dia 26 março 2011. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/6970>
DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.697>

RIBEIRO, G. L. Modelagem de fontes eólicas integradas a sistemas convencionais de energia utilizando a técnica de simulação via Monte Carlo. Dissertação de mestrado/UFSC, 1995. p.90.

RIBEIRO, G. L. Parques eólicos: impactos socioambientais provocados na região da praia do Cumbe, no município de Aracati, Ceará. 2013. 154 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/104406>>.

REIS, C. M. Diversificação da Matriz Energética Brasileira: Caminho para a Segurança Energética em Bases Sustentáveis. Rio de Janeiro: CEBRI, 2015. Disponível em: <https://www.cebri.org/media/documentos/arquivos/DiversificacaoDaMatrizEnergeti.pdf>.

Consulta realizada em fev. 2022.

TAVARES, G. U. Impactos socioambientais na geração de energia eólica: supressão de lagoas interdunares e insegurança alimentar na comunidade de Xavier, Camocim, Ceará. 2018. 27f. Artigo. (Bacharelado em Geografia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

GORAIEB, A. e BRAMNSTRON. C. Licenciamento ambiental e oposição social à energia eólica: estudo de caso com foco no social GAP em comunidade litorânea do Ceará, Brasil. Revista de Geografia (Recife) V. 37, N . 3, 2020. Disponível em <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/244346>. Acessado em jan. 2022.

WENZEL, G. M. Projeto aerodinâmico de pás de turbinas eólicas de eixo horizontal. Revista da Graduação, v. 1, n. 1, 22 abr. 2008.