

## ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS DOS PARQUES EÓLICOS: UM ESTUDO DE CASO NA VILA DE MOITAS, ICARAÍ DE AMONTADA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.X-007>

Edson Vicente da Silva (\*), Ana Gabriela Rodrigues Braga, Mariana Alexandre de Oliveira

\*Universidade Federal do Ceará, email: cacaueara@gmail.com..

### RESUMO

O estudo investiga os impactos ambientais e sociais dos parques eólicos na vila de Moitas, município de Icarai de Amontada, no Ceará, destacando a implementação do Parque Eólico Icaraizinho, que funciona com 26 aerogeradores. Embora a energia eólica seja uma alternativa sustentável, o trabalho enfatiza a necessidade de avaliar os efeitos negativos, uma vez que provoca a modificação dos habitats da fauna e flora, o impacto visual das turbinas e o risco para as aves. No âmbito social, a pesquisa analisa como os moradores percebem as mudanças trazidas pelos parques eólicos, avaliando o impacto em suas rotinas e na economia local, incluindo criação de empregos. A metodologia envolveu trabalhos de campo, entrevistas com lideranças locais e revisão de literatura científica, proporcionando uma análise detalhada dos impactos socioambientais originados. O estudo sugere diretrizes para mitigar os impactos negativos e maximizar os benefícios, propondo soluções que equilibrem a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico da comunidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impactos Socioambientais, Energia Eólica, Desenvolvimento Sustentável

### INTRODUÇÃO

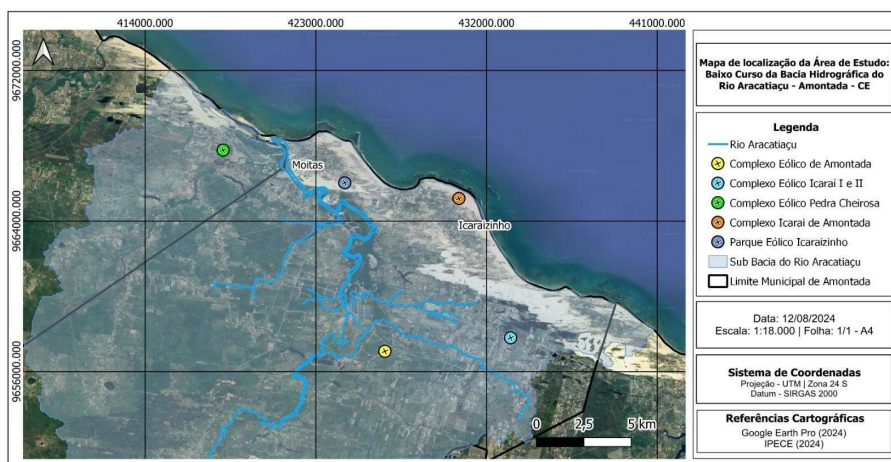
A demanda por energias renováveis surge por um viés sustentável como uma alternativa sustentável, focando em meios de produção que envolvam recursos naturais renováveis (ANJOS et al., 2024), ou seja, formas de energia continuamente reabastecidos pelas forças da natureza. Um marco bastante estudado e usado como exemplo é o início do século XX, durante o aumento da industrialização e urbanização, houve um crescimento na demanda por energia. Isso resultou no desenvolvimento de usinas termelétricas movidas a carvão, óleo e gás natural, que eram inicialmente vistas como soluções eficientes e acessíveis. Ao passar dos anos, os avanços tecnológicos contribuíram para a busca de novas formas de energias renováveis e recursos envolvendo a sustentabilidade, avanços significativos como a criação de painéis solares, turbinas eólicas e biocombustíveis (COROIAN et al., 2024).

No município de Icarai de Amontada, os parques eólicos representam uma resposta promissora para a geração de energia limpa. No entanto, é essencial considerar não apenas os benefícios econômicos e ambientais desses projetos, mas também os potenciais impactos negativos, tanto ambientais quanto sociais, que podem surgir ao longo dos anos após a implementação das turbinas eólicas. O Parque Eólico Icaraizinho está situado no município de Amontada, Ceará. Este empreendimento dispõe de 26 aerogeradores, com uma capacidade instalada de 54,60 mW. Além desse parque eólico, outros três estão situados no município e um deles se localiza em Itarema (Figura 01).

Na carta imagem é possível se identificar um vasto campo de dunas que se estende no sentido oeste-leste a partir do estuário do rio Aracatiaçu, é justamente nessa feição geoecológica da planície litorânea onde se instalaram dois dos principais parques eólicos que causam impactos ambientais sobre a comunidade de Moitas. Junto a comunidade está situado o Parque Eólico Icaraizinho e em suas proximidades, mais a leste, está instalado o complexo Icarai de Amontada.

Os outros equipamentos de produção de energia eólica se dispõem na unidade geoecológica de tabuleiro litorâneo, que são o Complexo Eólico de Amontada e o Complexo Eólico Icarai I e II. Já o Complexo Eólico Pedra Cheirosa está instalado próximo a margem esquerda do estuário do rio Aracatiaçu, também em uma área de tabuleiro litorâneo, no município de Itarema. Em uma primeira observação no conjunto paisagístico onde situam-se os complexos eólicos, observa-se que os equipamentos localizados nas áreas de tabuleiro estão em um ambiente ecodinamicamente mais estável, conforme as concepções de Tricart (1971), onde os processos pedogenéticos se sobrepõem sobre as ações morfogênicas de erosão e de deposição sedimentar.

Já o Parque Eólico Icaraizinho e o Complexo Icarai de Amontada foram instalados em uma paisagem extremamente instável, na abordagem ecodinâmica, uma vez que há um predomínio absoluto das ações morfogênicas causados principalmente pela intensa mobilização de sedimentos eólicos e pelas variações do lençol freático.



**Figura 01: Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Google Earth (2024), PECE(2024).  
Elaboração: Alexandre (2024)**

A pesquisa em questão realiza um enfoque espacial orientado especificamente sobre o Parque Eólico Icaraizinho, que situa-se junto à comunidade de Moitas e que com seus 26 aerogeradores provoca impactos ambientais diretamente sobre a população local, que tem suas práticas produtivas direcionadas maiormente à pesca artesanal, agricultura de subsistência, extrativismo vegetal, elaboração de artesanato e o turismo de base local, este último que depende diretamente dos recursos paisagísticos locais e regionais. Enfim, constitui uma comunidade tradicional de pescadores e pequenos agricultores.

A proposta do presente trabalho refere-se à identificação dos impactos ambientais que resultaram após a instalação e a operação das torres eólicas, incluindo efeitos sobre a vegetação, flora, fauna e paisagem local, no município de Amontada, no estado do Ceará, após receber o projeto de manejo da implantação de torres eólicas. Outrossim, visa o estudo oferecer direcionamentos para a mitigação de impactos negativos identificados e maximizar os benefícios econômicos, ambientais e sociais da energia eólica na região.

A partir das concepções de Rodriguez e Silva (2018), a gestão ambiental com base na Geoecologia das Paisagens pode oferecer a espacialização de unidades geoecológicas de forma a propiciar um zoneamento das unidades de paisagens naturais culturais de comunidades litorâneas, como é o caso de Moitas, como indica a Figura 01, onde está inserido tematicamente sobre a imagem de satélite, a localização das torres eólicas. Tal espacialização permite identificar e analisar os impactos socioambientais provocados no espaço em questão. A abordagem geoecológica visa além de definir as unidades sistêmica espaciais, fazer uma análise retrospectiva da evolução paisagística local a partir de 1990 até o contexto atual.

Foi possível reconstituir os tensores, impactos e consequências socioambientais considerando as fases de implementação e funcionamento do parque eólico presente na comunidade de Moitas e seu entorno. A carta imagem representada na Figura 01 foi construída como representação espacial do território em análise, sendo efetuada na escala de 1:20.000.

É possível observar na Figura 02, a distribuição de torres eólicas do Parque Eólico do Icaraizinho ao longo da planície litorânea, especificamente no campo de dunas contíguo à planície fluviomarinha, estando o setor de praia/pós-praia e mar litorâneo situado ao norte do empreendimento. O ambiente instável do campo de dunas é constituído por feições geoecológicas extremamente frágeis como as dunas móveis, e depressões interdunares, e ambientes mais estáveis biologicamente constituídos pelas dunas fixas.

Com a instalação e funcionamento do parque eólico se provocam diferentes impactos ambientais. No processo de instalação são construídas vias de acesso para o transporte e fixação das torres eólicas, o que termina por aterra depressões interdunares que formam lagoas intermitentes no período chuvoso e aplainar dunas móveis, além de destruir dunas fixas que estejam no percurso de construção dessas vias de acesso. Há, portanto, uma alteração significativa do balanço sedimentar do campo de dunas e modificações nos fluxos eólicos das areias dunares.



**Figura 02: Torres eólicas situadas no campo de dunas junto a um meandro do rio Aracatiaçu.**  
**Fonte: Acervo da autora, 2024**

Na fixação das torres eólicas é necessário a escavação do subsolo e adicionamento de concreto, o que termina por impermeabilizar e artificializar o substrato, deixando resquícios materiais no subsolo, já que esses parques eólicos apresentam uma vida útil limitada.

## **METODOLOGIA**

No mês de junho de 2024, foram realizados trabalhos de campo, fundamentais para a aplicabilidade da metodologia desta pesquisa. Durante as atividades, foram realizadas visitas a locais específicos no sentido de identificar as principais unidades e feições geoecológicas da paisagem onde se situa o Parque Eólico do Icarazinho e seu entorno imediato junto à comunidade de Moitas.

Entrevistas e diálogos foram instituídos junto a lideranças comunitárias e agentes de saúde no intuito de realizar coletas de dados empíricos primários e secundários. As ações de levantamentos de campo, proporcionaram a efetivação de observações diretas das paisagens e interpretar os fenômenos atuantes na sua formação, sejam eles de ordem natural ou cultural, enriquecendo a pesquisa com informações detalhadas e contextuais. Além do trabalho de campo, a metodologia incluiu uma revisão extensa da literatura científica existente, abrangendo uma variedade de artigos acadêmicos relevantes quanto à Geoecologia das Paisagens (Rodriguez, Silva e Cavalcanti, 2022), Planejamento e Gestão Ambiental (Rodriguez e Silva, 2018), Ecodinâmica (Tricart, 1971), impactos na produção de energia eólica (Gorayeb et al, 2015, 2018, 2019). Essas referências bibliográficas em conjunto com informações obtidas a partir de artigos científicos recentes (Souza, 2023; Izá Pereira, 2023; Silva, 2024) forneceram uma base teórica robusta, que auxiliou na contextualização e interpretação dos dados coletados, bem como uma introdução sobre a problemática ambiental resultante da instalação e funcionabilidade de parques eólicos em ambientes litorâneos.

O trabalho de campo realizado corroborou com a percepção abordada nessa pesquisa de caráter interdisciplinar, que envolveu a análise do meio natural e de suas feições culturais. As observações permitiram uma análise aprofundada das interações entre esses dois enfoques geoecológicos, destacando a importância de considerações culturais na compreensão de questões ambientais. Além do mais, as entrevistas com a população da comunidade de Moitas, trouxeram *insights* valiosos sobre práticas e desafios locais, contribuindo para uma visão mais completa e nuançada dos fenômenos investigados a partir do ponto de vista, do cognitivo e do perceptivo dos atores locais, que constituem os moradores da comunidade de Moitas e seu entorno imediato.

Em síntese, a conjugação de trabalhos de campo e revisão da literatura proporcionou a aplicabilidade de uma metodologia interdisciplinar envolvendo técnicas de sensoriamento remoto, cartografia básica, observações diretas em campo, realização de transectos e entrevistas dirigidas com representantes comunitários locais e uma cartografia temática elaborada a partir dos preceitos da Geoecologia das Paisagens. Essas abordagens permitiram uma triangulação de dados que fortaleceu a validade e confiabilidade dos resultados, oferecendo uma análise detalhada e

contextualizada dos temas explorados. A integração dessas diferentes fontes de informação foi crucial para desenvolver uma compreensão holística e interdisciplinar que está fundamentada na diversidade de elementos naturais e culturais que envolvem as questões abordadas.

## RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados esperados deste estudo visam proporcionar uma compreensão abrangente dos impactos das turbinas eólicas na vila de Moitas, tanto do ponto de vista ambiental quanto social. Inicialmente se elaborou uma carta imagem com a localização das turbinas eólicas e suas relações com os ecossistemas locais, como mar litorâneo, praia/pós-praia, campos de dunas e planície fluvio-marinha.

As feições mais intensamente atingidas ambientalmente pelo Parque Eólico Icaraizinho foram os campos de dunas, em suas feições de dunas móveis e fixas, além das depressões interdunares. O acesso viário para o percurso de caminhões levando equipamentos pesados como hélice e torres, exigiu a compactação do substrato, além do aterro de lagoas intermitentes/depressões interdunares levando a redução do potencial e disposição de águas freáticas. Junto a essas lagoas intermitentes se desenvolve a Vegetação Halofítica Gramíneo-herbácea, com uma flora constituída por plantas terrestres e aquáticas que foram totalmente dizimadas, podendo-se citar: *Iresines portulacoides*, *Portulaca oleracea*, *Crotalaria retusa*, *Xyris sp* e *Cyperus spp*. Entre os componentes faunísticos extintos localmente destacam-se os peixes, *Haplias sp*, *Diapterus sp*, *Peprilus paru* e *Eucinotomus spp*. Ressalta-se ainda que esses ambientes dulçaquícolas intermitentes são áreas de reprodução e alimentação de aves migratórias como *Vanelus chilensis*, *Charadrius spp*, *Callidris spp*, *Mimus silvus*, *Tringa spp*, e *Fluvicola nengeta*. entre outras espécies da avifauna, além de moluscos e de quelônios.

Com o aterro e ocupação de dunas móveis afetou ambientalmente a biodiversidade da Vegetação Pioneira Psamófila e sua flora constituída por *Sesuvium portulacastrum*, *Ipomoea asarifolia*, *Remirea marítima*, *Borreria capitata* e *Richardia grandiflora* e a principalmente a avifauna local. Já as dunas fixas sofreram um impacto ainda maior a partir da eliminação da flora da Vegetação Subperenifolia de Dunas Fixas, com espécies arbóreas e arbustivas, constituídas por: *Anacardium microcarpum*, *A. occidentale*, *Maytenus parviflora*, *Curatella americana*, *Hymenaea courbaril* e *Guettarda angelica*, bem como de toda sua fauna constituente. A sua fauna das dunas fixas incluem o conjunto da avifauna anteriormente citada, mais pássaros como *Columbina spp*, *Mivalgo chimango*, *Pithangus sulfuratus* e *Paroaria americana*, bem como uma mastofauna constituída por *Callitrix sp*, *Galea sp*, *Procyon sp* e *Euphractus sp*.

No que diz respeito aos impactos ambientais, o estudo procurou avaliar os efeitos das turbinas eólicas sobre a fauna e a flora local, bem como sobre a qualidade paisagística. A pesquisa incluiu uma análise detalhada de como as turbinas podem alterar os habitats das espécies nativas e de que maneira as aves podem estar em risco de colisão com as lâminas das turbinas, a modificação do ambiente de reprodução de aves e de quelônios. Além disso, foi investigado o impacto visual das turbinas na paisagem da vila e os possíveis efeitos sobre os recursos naturais, como a qualidade do solo e da água, modificações sobre a geomorfologia e o balanço nos processos de transporte e deposição de sedimentos arenosos.

Em relação aos impactos sociais, o estudo se concentrou em parte em como os moradores de Moitas percebem a presença das turbinas eólicas e como isso influencia em suas atividades diárias e seu bem-estar pessoal e coletivo, principalmente no que consiste a mobilidade espacial. Foi importante entender as percepções da comunidade para avaliar se a instalação das turbinas está afetando de maneira positiva ou negativa a qualidade de vida dos residentes. Além disso, foi realizada uma avaliação dos benefícios econômicos proporcionados pelas turbinas, incluindo a criação de empregos e o impacto sobre o comércio local.

Uma carta imagem temática representa as unidades geoecológicas, suas feições paisagísticas naturais e culturais, além dos impactos provocados pela instalação e funcionamento das torres de produção de energia eólica.

O estudo buscou formular recomendações para mitigar os principais impactos negativos identificados, buscando agir no controle de seus vetores e consequências. As propostas terão como objetivo equilibrar a conservação ambiental com os benefícios econômicos e sociais da energia eólica, sugerindo soluções práticas que atendam às necessidades tanto da comunidade local quanto do meio ambiente.

## CONCLUSÃO / RECOMENDAÇÕES



A carta imagem representada permite a visualização e a espacialização do processo de ocupação do entorno da comunidade de Moitas por empreendimento de produção de energia eólica, focando suas consequências a partir de uma ótica espaço-temporal e sistêmica. Oferece assim para a comunidade um instrumento técnico e uma leitura integrada da realidade local.

É necessário que se estabeleça um plano de monitoramento da paisagem da comunidade de Moitas e seu entorno, onde se insere o Parque Eólico Icaraizinho, no qual devem participar a empresa gestora do parque, representantes da comunidade, universidade oferecendo as bases científicas e finalmente os gestores municipais. O plano deve conter ações de leitura permanente no que concerne ao crescimento e a expansão espacial das residências e equipamentos turísticos, coibir a instalação de novas torres eólicas e acompanhar os impactos e alterações ambientais atualmente presentes no parque, comunidade e seu entorno.

A associação comunitária deve gerir o processo de monitoramento socioambiental a partir de sua experiência histórica de assentamento rural, a universidade pode contribuir com a efetivação de uma plataforma digital que deve ser constantemente alimentada por meio de celulares dos moradores locais, indicando os principais problemas ambientais e suas devidas localizações. Uma coordenação deve ser constituída por um grupo gestor que deve fazer reuniões participativas, quando se discutirão e proporão possíveis alternativas de acondicionamento territorial.

A empresa responsável pela administração do parque eólico pode oferecer contrapartidas financeiras e materiais no sentido de mitigar os impactos provocados por suas ações e recuperar ambientes ambientalmente degradados. A gestão municipal pode inserir ações de caráter educativo na escola municipal, capacitando ambientalmente professores e alunos por meio de estratégias de Educação Ambiental Formal.

Junto ao conjunto da comunidade e seus diversos atores, é possível desenvolver programas de Educação Ambiental Aplicada, com construções coletivas através da organização de palestras, cursos e oficinas capacitadoras como elaboração de cartilhas e mídias digitais, produção de artesanato, gastronomia comunitária, turismo de base local, formação e capacitação de guias de turismo entre outras demandas que a própria comunidade pode organizar.

A inserção de uma leitura comunitária sobre a realidade socioambiental pode ser efetivada através da Cartografia Social, chegando a mapas propositivos de zoneamentos funcionais, que poderiam ser futuramente inseridos no Plano Diretor Municipal de Amontada.

As ações participativas ofereceram ainda, formas de a população externar suas percepções e opiniões quanto ao funcionamento dos parques eólicos e seus impactos socioambientais decorrentes. Buscando junto à comunidade formas de melhor gerenciar o entorno do empreendimento e também procurando contribuir na construção de soluções para um melhor desenvolvimento local em base à sustentabilidade socioambiental.

Concebe-se que a sustentabilidade local deve partir de sua base local e comunitária em busca de opções econômicas que envolvam um turismo comunitário que venha a alavancar outras atividades de caráter cultural como pesca/mariscagem, agricultura familiar/pecuária com pequenos animais, artesanato e pousadas familiares. O cooperativismo é uma concepção chave para que se organize uma gestão comunitária sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANJOS, Kethlen Cristina Diniz dos; CORREIA, Lindalva Silva; SILVA, Lucy Rosana; HOSSOÉ, Heric Santos; SILVA, Jadson Pessoa da; CARVALHO, Talita de Sousa Nascimento; BEZERRA JUNIOR, José Tavares; SANTOS, Alan Vasconcelos. **Energias renováveis no nordeste brasileiro: desafios e oportunidades.** Contribuciones A las Ciencias Sociales, [S.L.], v. 17, n. 6, p. 1-19, 18 jun. 2024. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.55905/revconv.17n.6-177>.
2. BRANNSTROM *et al.* **Perspectivas Geográficas Nas Transformações Do Litoral Brasileiro Pela Energia Eólica.** R. Bras. Geogr., Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 03-28, jan./jun. 2018.
3. COROIAN, Alexandra; IVASCU, Larisa; CISMA, Timea; SAPTEBANI, Neta-Ionelia. **Exploring the Nexus of Renewable Energy and Sustainability: a literature review.** Proceedings Of The International Conference On Business Excellence, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 1141-1156, 1 jun. 2024. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/picbe-2024-0098>.
4. COSTA, Marcella Escobar. **Um Negro Olhar Sobre O Desenvolvimento: Análise De Uma**

- Comunidade Quilombola.** Dissertação (Mestrado). Prodeima, Fortaleza: 2013.
5. GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian; MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade. **Impactos Socioambientais Da Implantação Dos Parques De Energia Eólica No Brasil.** *Sociologias*, v. 19, n. 45, p. 82-115, 2017.
  6. IZÁ PEREIRA, L. **A Instalação De Projetos De Energia Eólica No Brasil: Uma Análise A Partir Do Papel Do Estado.** Revista GeoUECE, [S. l.], v. 12, n. 23, p. e2023002, 2023. DOI: 10.59040/GEOUECE.2317-028X.v12.n23.e2023002. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/11592>. Acesso em: 1 out. 2024.
  7. LOUREIRO, Caroline Vitor; GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. **Implantação De Energia Eólica E Estimativa Das Perdas Ambientais Em Um Setor Do Litoral Oeste Do Ceará, Brasil.** Geosaberes, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 24 - 38, julho de 2015. ISSN 2178-0463. Disponível em: <<http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/361>>. Acesso em: 01 out. 2024.
  8. **Memória da Eletricidade. Parque Eólico Icaraizinho.** Disponível em: <https://www.memoriadaeletricidade.com.br/acervo/31295/parque-eolico-icaraizinho>. Acesso em: 13 ago. 2023.
  9. RODRIGUEZ, José Manuel Mateo, SILVA, Edson Vicente da. **Planejamento e Gestão Ambiental : subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica.** 3ª edição, Edições UFC, Fortaleza, 2018
  10. RODRIGUEZ, J. M. M.; Silva, E. V.; Cavalcanti, A. P. B. (2022). **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise Ambiental.** Fortaleza, Imprensa Universitária. 332 p.
  11. RODRIGUEZ, J. M. M. & Silva, E. V. (2013). **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável: problemática, tendências e desafios.** Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora. 244 p.
  12. SOUZA, Victor Hugo Pinhel Gonçalves de. **Análise De Impacto Da Geração De Energia Eólica.** Trabalho de conclusão de curso (TCC). Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira: 2023.
  13. SILVA, Mariana M. da; GORAYEB, Adryane. **Perspectivas Geográficas Nas Transformações Do Litoral Brasileiro Pela Energia Eólica.** *Caderno de Geografia*, v. 27, n. 50, p. 50-65, 2017.
  14. SILVA, Regina Balbino da. **Cartografia Social Do Mar Do Ceará: Perspectivas Da Pesca Artesanal E Os Potenciais Conflitos Com A Energia Eólica Offshore.** 2024. 231 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.