

## ENERGIA EÓLICA E TRANSFORMAÇÕES DA PAISAGEM NO LITORAL PIAUIENSE

Wind energy and landscape transformations on the coast of Piauiense

Francisco Wellington de Araujo Sousa<sup>1</sup>  
Thamires Oliveira Silva<sup>2</sup>

---

### RESUMO

Esta pesquisa apresenta como objetivo analisar as transformações ocasionadas pela implantação dos aerogeradores de energia eólica no litoral piauiense. A área de estudo compreende os Complexos de Energia Eólica 1 e 2, localizados nos municípios de Parnaíba e Ilha Grande, na porção norte do Estado do Piauí. Os procedimentos metodológicos desenvolvidos para esse estudo foram: levantamento bibliográfico, análise geocartográfica por meio da elaboração de mapas e análise de imagens de satélites e trabalhos de campo. Os resultados indicaram mudanças significativas na paisagem onde se localiza os aerogeradores de energia eólica, como o desmatamento, a compactação do solo, alterações na dinâmica dos campos de dunas e modificações nas lagoas que se localizam no entorno das turbinas.

**Palavras-chave:** Produção de energia, Paisagem litorânea, Transformações ambientais.

---

### ABSTRACT

É necessário abordar os principais elementos do trabalho (Objetivo, metodologia, resultados e considerações finais). This research aims to analyze the transformations caused by the implementation of wind turbines on the coast of Piauí. The study area comprises Wind Energy Complexes 1 and 2, located in the municipalities of Parnaíba and Ilha Grande, in the northern portion of the State of Piauí. The methodological procedures developed for this study were: bibliographic survey, geocartographic analysis through the elaboration of maps and analysis of satellite images and field work. The results indicated significant changes in the landscape where the wind turbines are located, such as deforestation, soil compaction, changes in the dynamics of the dune fields and changes in the lakes that are located around the turbines.

**Key-words:** Energy production, Coastal landscape, Environmental transformations.

### 1. INTRODUÇÃO

No decorrer da história, a humanidade sempre buscou o seu desenvolvimento com o objetivo de atender às suas necessidades. Dessa maneira, uma das formas que o homem encontrou ao longo dos anos, corresponde à exploração dos recursos disponíveis no meio ambiente, como exemplo, a utilização das fontes de energia.

---

<sup>1</sup> Mestre em Geografia, UFPI, [wellingtongeo88@gmail.com](mailto:wellingtongeo88@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduação em Geografia, UFPI, [thamiresgeografia@gmail.com](mailto:thamiresgeografia@gmail.com)

Nesse contexto, a energia proveniente do fogo, da água e do vento foram e são recursos presentes na vida cotidiana das pessoas. No que se refere ao vento, esse vem a ser utilizado há milhares de anos para diversas finalidades, a saber: bombeamento de água, moagem de grãos, e outras aplicações que envolvem a energia mecânica. Porém, as embarcações à vela consistem na utilização mais antiga que se tem conhecimento do vento (BURATTINI, 2008; ANEEL, 2022).

Conforme dados do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, a potência eólica do Brasil está em torno de 143.000 MW. Hoje em dia, as usinas em operação têm capacidade instalada para gerar apenas 26,8 MW. E, satisfatoriamente, o estado do Ceará participa com quase 65% dessa capacidade. As áreas com maior potencial eólico se encontram nas regiões Norte e Nordeste (faixa litorânea), Sul e Sudeste.

O Piauí também se destaca na produção de energias renováveis, principalmente, a proveniente do vento. O território piauiense apresenta em algumas regiões (especialmente sudeste, sul e norte), características geográficas que garantem um amplo desenvolvimento de produção de energia a partir dessa fonte alternativa. Logo, o estado possui muitas usinas eólicas instaladas, sendo algumas já em fase de operação. Neste território, as áreas em destaque correspondem aos municípios que se localizam na mesorregião sudeste do estado, notadamente na Chapada do Araripe, no limite com os estados de Pernambuco e Ceará.

Além dessa região, o litoral piauiense também possui parques eólicos de transformação de energia, especialmente nos municípios de Parnaíba e Ilha Grande. A faixa litorânea com seus 66km de extensão, apresenta condições favoráveis para movimentar um sistema de captação e transformação de energia eólica em energia elétrica, sendo de grande destaque em âmbito regional e nacional.

O estudo foi realizado nos Complexos Eólicos do litoral piauiense por estar localizado na Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, importante unidade de conservação para a proteção da biodiversidade e dos elementos físicos que compõem o ambiente litorâneo.

Sendo assim, este trabalho se desenvolveu a partir do seguinte questionamento: Quais as possíveis modificações na paisagem do ambiente costeiro piauiense ocasionados pela instalação dos aerogeradores de energia eólica? Nesse contexto, a pesquisa tem como objetivo analisar as transformações ocasionadas pela implantação dos aerogeradores de energia eólica no litoral do Piauí.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O homem buscou diversas formas de produção de energia, sendo um elemento indispensável à sua sobrevivência. Desse modo, muito mais do que sobreviver, a sociedade procurou aprimorar, descobrindo fontes e formas alternativas para se adaptar ao ambiente em que vive e como meio de atendimento às suas necessidades (ANEEL, 2002).

Com isso, na busca do aperfeiçoamento das técnicas para o desenvolvimento das atividades humanas, a exploração dos recursos naturais começou a crescer. Logo, com o surgimento da agricultura e das primeiras cidades, houve grandes modificações no meio ambiente, com a alteração das paisagens de forma mais considerável, além da utilização de outras fontes de energia.

Com o advento da Revolução Industrial no final do século XVIII ocorreu muitas transformações socioambientais. A partir desse período houve uma intensificação na exploração dos recursos naturais, com a descoberta de novas fontes que passaram a ser utilizadas na produção de energia e como matéria prima para as indústrias. Conforme aponta Camargo (2012, p. 28):

O advento da Revolução Industrial nos séculos XVIII e XIX, com o estabelecimento de uma economia industrializada centrada no espaço urbano e baseada numa tecnologia altamente consumidora de energia e matérias-primas, radicalizou enormemente o impacto do homem sobre a natureza (CAMARGO, 2012, p. 28).

De acordo com Branco (2004), a Revolução Industrial se caracterizou essencialmente pelo domínio da energia, pois, durante esse período se deu início ao processo de transformação da matéria em energia a partir das imensas minas de carvão, que possibilitaram o emprego de bombas a vapor para extrair água das próprias minas. Com a contribuição de James Watt, houve um aperfeiçoamento nessa revolução, a partir da movimentação de máquinas industriais, embarcações e locomotivas.

Branco (2004) comenta que, após o domínio da energia do vapor, a energia elétrica começou a ser domesticada ainda no século XIX. Conforme o autor, esse novo tipo de energia foi utilizado pela primeira vez em 1830 como meio de comunicação pelos fios dos telégrafos, e em 1878 passou a ser empregada na produção de luz. Nessa mesma época, foram construídas as primeiras grandes usinas geradoras de energia elétrica, nas cidades de Nova Iorque e Londres (BRANCO, 2004).

Para Burattini (2008), a geração de eletricidade surgida durante o auge da Revolução Industrial se tornou, do ponto de vista tecnológico, uma medida de desenvolvimento. “Em termos de suprimento energético, a eletricidade se tornou uma das formas mais versáteis e convenientes de energia, passando a ser um recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de muitos países e regiões” (ANEEL, 2002, p. 1).

Ainda conforme Burattini (2008), as modificações no meio ambiente provocadas por meio da Revolução Industrial são observadas pela rápida exploração dos combustíveis fósseis, que constitui uma fonte de energia que não se renova. De toda energia consumida atualmente pela humanidade, estima-se que mais de 80% provenha de combustíveis fósseis, como o petróleo, o carvão e o gás natural (BRANCO, 2004).

Contudo, a queima de combustíveis fósseis representa um grande problema, pois seu uso tem provocado o aumento de emissões gasosas na Terra, configurando um risco ambiental de proporção em escala mundial, devido a poluição provocada e a destruição dos ecossistemas. As emissões de CO<sub>2</sub>, por exemplo, teve um crescimento considerável a partir da segunda metade do século XX, sendo os países industrializados os que mais tem contribuído para essas emissões (CUSTÓDIO, 2009; GIASANTI, 1998).

Conforme destaca Custódio (2009), o consumo de combustível fóssil é a causa primária do aumento de 30% nas concentrações do dióxido de carbono na atmosfera da Terra. Este gás é um dos responsáveis pelo aumento e modificação do efeito estufa, que provoca o aquecimento da atmosfera e poderá causar alterações climáticas importantes.

Devido a esse cenário, atender a demanda de energia tem sido um grande desafio, principalmente quando se fala em minimizar os impactos provocados pela queima de combustíveis fósseis. Vale ressaltar que esses recursos, constituem uma fonte de energia não renovável, o que futuramente se poderá chegar a um eventual esgotamento (GIASANTI, 1998).

Desta maneira, diante dos impactos ambientais ocasionados pelas formas tradicionais de energia elétrica, diversos ramos da sociedade ficaram cientes desses problemas e assim passaram a buscar mudanças nesse contexto (BURATTINI, 2008).

Destarte, foi necessário ir em busca de novas fontes de energia, as chamadas fontes renováveis, a exemplo da energia proveniente do sol, do vento, da água, a biomassa, dentre muitas outras. Salienta-se que a utilização das fontes alternativas de energia traz muitas vantagens ambientais, entretanto seu custo se apresenta muito elevado (GIASANTI, 1998).

Assim sendo, atualmente ainda se observa uma revolução industrial, caracterizada pelo desenvolvimento tecnológico, e que vem a ser marcada por novas descobertas direcionada ao domínio da energia. Ressalta-se que há ainda, uma crescente demanda de energia, especificamente de energia elétrica, o que impulsiona cada vez mais esse desenvolvimento tecnológico (ANEEL, 2002; BURATTINI, 2008).

### 3. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram desenvolvidos com base em três etapas: a primeira, consistiu numa revisão bibliográfica dos temas abordados no estudo. A segunda etapa conteve-se no mapeamento da área de estudo, por meio de uma análise e interpretação geocartográfica. Foram utilizados dados vetoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ano 2017, para a confecção do mapa de localização. Estes dados foram manipulados no *QGis*, um *software* livre na versão 2.18.10.

A outra etapa consistiu na pesquisa de campo, procedimento de extrema importância que possibilitou uma análise qualitativa do ambiente na área de estudo. Nessa etapa foram utilizados como material de apoio uma câmera fotográfica para o registro da paisagem, aparelho GPS, caderno de anotações, além de mapas da área de estudo.

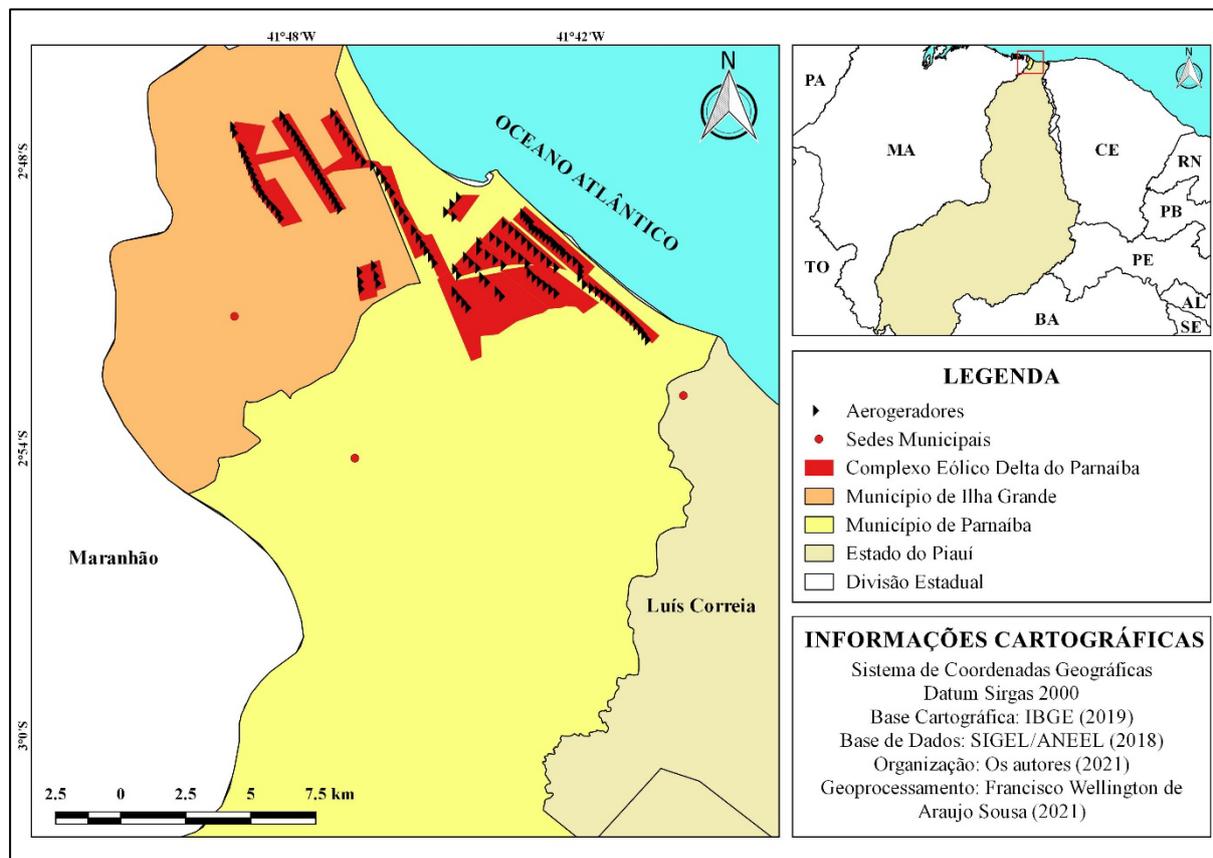
Também se fez o uso de imagens de satélites que se encontram disponíveis de forma gratuita no programa *Google Earth Pro*. Com o *software* foram espacializados os pontos de observação coletados em campo. Posteriormente, fez-se uma análise temporal da paisagem na área de estudo, com o uso de ferramentas disponíveis no *Google Earth*.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Localização da área de estudo

Os Complexos Eólicos estão localizados nos municípios de Parnaíba e Ilha Grande (Figura 1), entre as coordenadas 02°48' e 02°54' de latitude Sul; 41°42' e 41°48' de longitude Oeste. Situam-se na porção norte do Estado do Piauí, na área da microrregião do litoral piauiense, conforme a classificação do IBGE (1990) e no Território de Desenvolvimento Planície Litorânea, de acordo com a classificação do Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAP) (BRASIL, 2006).

**Figura 1** – Mapa de Localização da Área de Estudo.



**Fonte:** Autoria própria a partir de dados extraídos do IBGE (2017).

O Complexo Eólico Delta 1 é formado por 3 parques eólicos, contendo aproximadamente 30 aerogeradores, com um total de 70 *megawatts* de capacidade instalada, sendo que as operações se iniciaram no ano de 2014. Já com relação ao Complexo Eólico Delta 2, esse, teve suas operações iniciadas no ano de 2016 e possui uma capacidade instalada de 74,8 *megawatts* (NOSSOS ATIVOS, 2019).

Vale salientar que os Complexos Eólicos estão inseridos na Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, uma Unidade de Conservação criada a partir do Decreto Federal de 21 de novembro de 1996, envolvendo uma área entre os estados do Maranhão, Piauí e Ceará, num total de 215.082,78 ha. No Estado do Piauí, a APA abrange os municípios de Ilha Grande, Parnaíba, Luís Correia e Cajueiro da Praia, além de mais quatro municípios maranhenses e dois cearenses (LIMA, 2006).

#### 4.2 Energia eólica e transformações na paisagem litorânea

A modificação da paisagem litorânea, onde se encontra os Complexos Eólicos Delta 1 e Delta 2, contém um dos principais impactos observado. A partir da implantação dos empreendimentos, que podem ser os aerogeradores ou as vias de acesso às turbinas, há alteração do espaço e o seu entorno. Esse impacto possibilita de forma direta modificações na superfície terrestre e na dinâmica ambiental, principalmente relacionado a drenagem e a vegetação.

Destarte, na área de estudo muitos aerogeradores foram construídos bem próximo de lagoas e campos de dunas, o que de certa forma influencia na qualidade ambiental desses ecossistemas (Figura 2). Ressalta-se que a alteração na paisagem a partir da instalação dos empreendimentos foi provocada também pelo desmatamento da área.

**Figura 2** – Fotografia de turbinas eólicas instaladas próxima a lagoas e dunas.



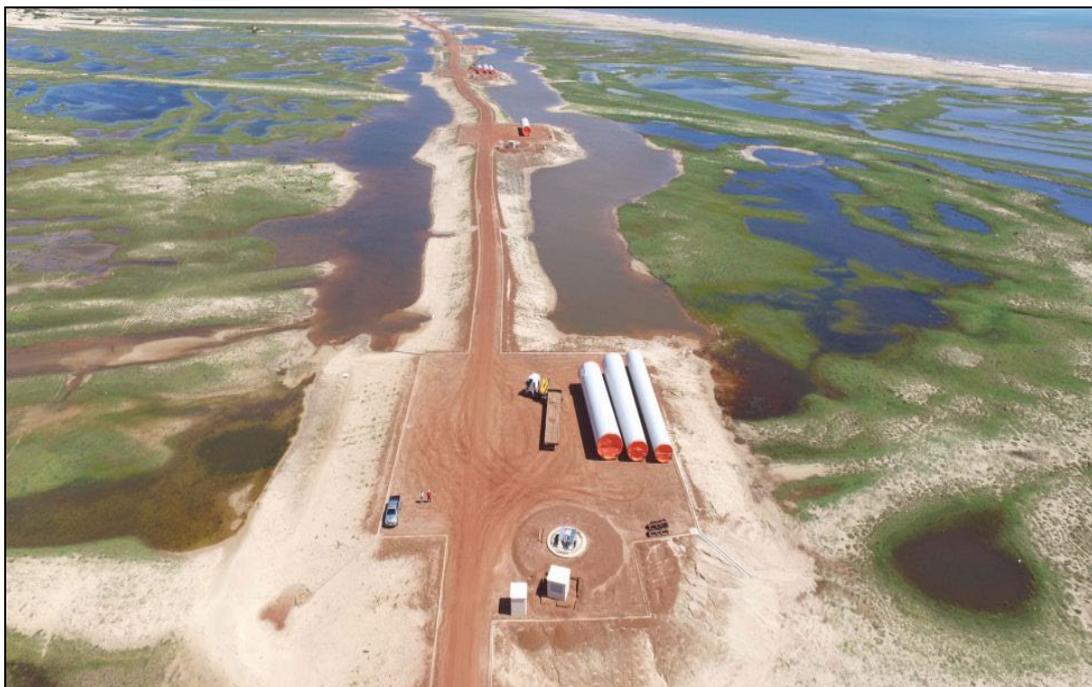
**Fonte:** Ômega Energia (2019).

Com o desmatamento ocorrem alterações no solo, pois, fica mais exposto aos processos erosivos, principalmente com o impacto pluvial e como consequência da ação dos ventos. Assim sendo, a susceptibilidade à erosão na área de estudo é um processo que deve ser analisado de forma mais ampla, pois o ambiente litorâneo é bastante dinâmico e instável.

A partir da imagem, pode-se observar possível impacto na dinâmica natural das dunas, influenciando também nas várias lagoas que se encontram presentes na região.

As faixas de lagoas sofreram alterações a partir da implantação das turbinas por meio da terraplanagem, como se observa na figura 3. A compactação do solo também constitui outro impacto que teve influência com a instalação dos aerogeradores.

**Figura 3** – Fotografia destacando a terraplanagem e uma compactação do solo por meio da instalação de um empreendimento no Delta 2.

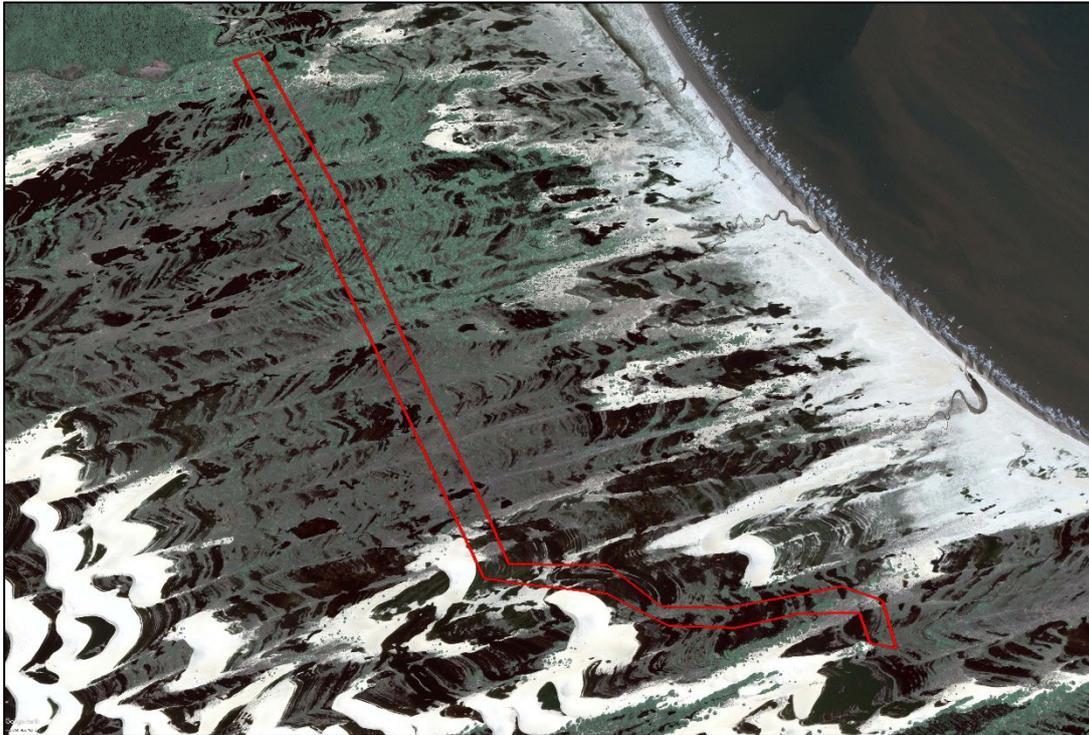


Fonte: Ômega Energia (2019).

A análise temporal de imagens de satélite disponíveis no *Google Earth Pro* permitiu constatar as mudanças ocorridas nas áreas onde foram instaladas as turbinas eólicas. A figura 4 apresenta uma imagem de 2009, onde verifica-se o ambiente com grande presença de lagoas e dunas, ou seja, um ambiente muito dinâmico e instável, onde devido à ação de fatores biofísicos e sua interrelação, possibilita para a região uma vulnerabilidade ambiental.

As dunas muitas vezes se caracterizam por serem móveis, que se deslocam pela ação do vento. Em vermelho na figura, corresponde umas das vias onde se concentram os aerogeradores atualmente.

**Figura 4** - Imagem de satélite de 2009 destacando o ambiente e a área onde foram instaladas as turbinas de energia eólica (em vermelho).



**Fonte:** Google Earth Pro (imagem datada de 15 de julho de 2009).

Já a figura 5 apresenta uma imagem de satélite do ano 2021, onde constata-se as principais mudanças ocorridas na paisagem em comparação com a imagem de 2009, principalmente referente ao deslocamento das feições dunares e o desaparecimento de algumas lagoas. Ressalta-se também que esses ambientes se configuram o habitat de algumas espécies, o que de certo modo, houve uma interferência na biodiversidade local.

As usinas eólicas provocam também um impacto visual na paisagem, que é de difícil quantificação por ser muito subjetivo. No caso do litoral piauiense, é perceptível o impacto visual na paisagem da região, sendo que para muitos os aerogeradores promovem uma beleza visual nas praias e na área do Delta. Na figura 6, observa-se essa alteração na paisagem do litoral piauiense.

**Figura 5** - Imagem de satélite de 2021 destacando o ambiente e a área onde foram instaladas as turbinas de energia eólica (em vermelho).



**Fonte:** Google Earth Pro (imagem datada de 3 de fevereiro de 2021).

**Figura 6** - Fotografias em mosaico destacando turbinas eólicas em distintas paisagens próximo à Praia Pedra do Sal.



**Fonte:** Silva (2019).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado isso, as alterações observadas na paisagem onde se encontram os Complexos Eólicos e o seu entorno se manifestam de diversas formas, principalmente por impactos negativos, como o

desmatamento para a instalação das turbinas, a terraplanagem e compactação do solo, alterações na dinâmica dos campos de dunas e modificações nas lagoas que se localizam no entorno das turbinas.

Portanto, os impactos ambientais provocados pela implantação dos complexos eólicos, podem ser minimizados por meio de ações mitigadoras. Lembrando que a geração de energia elétrica, utilizando a fonte eólica, compreende uma forma viável e limpa sem impactos de grandes proporções como se observa em outras fontes geradoras de energia.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica no Brasil**. 2 ed. Brasília: ANEEL, 2002. Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2005\\_AtlasEnergiaEletricaBrasil2ed/06b7ec52-e2de-48e7-f8be-1a39c785fc8b](https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2005_AtlasEnergiaEletricaBrasil2ed/06b7ec52-e2de-48e7-f8be-1a39c785fc8b). Acessado em: Jan. 2019.

BRANCO, S. M. **Energia e meio ambiente**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2004.

BRASIL. **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF)**. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: síntese executiva: Território Planície Litorânea. Brasília, DF: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006.

BURATTINI, M. P. T. C. **Energia: uma abordagem multidisciplinar**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. 6 ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

CUSTÓDIO, R. S. **Energia eólica para produção de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.

GIASANTI, R. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Atual, 1998.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Divisão do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas. Vol. I. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE). Diretoria de Geociências (DGC) e Departamento de Geografia (DEGEO). Rio de Janeiro. 1990. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=22269&view=detalhes>. Acessado em: Jan. 2019.

LIMA, I. M. M. F. Elementos naturais na paisagem. *In*: ARAÚJO, J. L. L. **Atlas escolar do Piauí**. João Pessoa, PB: Editora Grafset, 2006.

NOSSOS ATIVOS. **Ômega Energia**, 2019. Disponível em: <http://www.omegaenergia.com.br/projetos/complexo-delta-1/>. Acessado em: Jun. 2019.