

O modelo espacial multicritérios para implantação de aerogeradores visando a redução de impactos ambientais

Multicriteria spatial model for the implementation of wind turbines aimed at reducing environmental impacts

Yara Lemos de Paula¹, Paulo César Moura da Silva²

*Autor correspondente: Amanda Martins de Souza – E-mail: mariabaggio@yahoo.com.br

Recebido em: 19/05/2022

Aceito em: 12/04/2023

RESUMO: A energia eólica é uma fonte de energia renovável para incrementar a matriz energética brasileira e mundial. Diante do cenário de crescimento da demanda energética somada ao potencial eólico do litoral do Oeste Potiguar, este trabalho objetivou obter um modelo espacial para predição de áreas potenciais, visando a implantação destes empreendimentos em cinco municípios da Costa Branca, no estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil, com o intuito de prevenir impactos ambientais. Os dados foram obtidos das bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, OpenStreetMap, Google Earth Pro, Topodata e Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, foram, ainda, tratados no software QGIS 3.16 com ferramentas do GRASS e SAGA. Para isto, 35 pontos inseridos aleatoriamente na área de estudo foram avaliados através de indicadores ambientais como vegetação, uso e ocupação do solo, recursos hídricos, solo e geologia, analisados através do método de interpolação espacial IDW. Observou-se que o modelo se adequou ao uso proposto, e identificou que 77,14% (N=27) dos pontos, com área total de 1.381,07 ha, apresentaram entre 60% e 85% de potencial para evitar os impactos ambientais provenientes de aerogeradores. Onde, Tibau (25,93%) apresenta-se como o município mais promissor para a implantação de empreendimentos eólicos, seguido dos municípios de Serra do Mel (22,22%), Areia Branca (18,52%), Porto do Mangue (18,52%) e Grossos (14,81%), totalizando 1.281,07 ha.

Palavras-chave: Caatinga; Desenvolvimento sustentável; Energia eólica; Geoprocessamento.

ABSTRACT: Wind energy is a renewable energy source to increase the Brazilian and global energy matrix. Given the scenario of growth in energy demand added to the wind potential of the Coast of Western Potiguar, this study aimed to obtain a spatial model for predicting potential areas, aiming at the implementation of these projects in five municipalities of Costa Branca, in the state of Rio Grande do Norte, northeastern Brazil, in order to prevent environmental impacts. The data were obtained from the databases of the Brazilian Institute of Geography and Statistics, OpenStreetMap, Google Earth Pro, Topodata and The National Spatial Data Infrastructure, and were also processed in the QGIS 3.16 software with tools from GRASS and SAGA. For this, 35 points randomly inserted in the study area were evaluated through environmental indicators such as vegetation, land use and occupation, water resources, soil and geology, analyzed through the spatial interpolation idw method. It was observed that the model was adapted to the proposed use, and identified that 77.14% (N=27) of the points, with a total area of 1,381.07 ha, presented between 60% and 85% of potential to avoid environmental impacts from wind turbines. Where, Tibau (25.93%) is the most promising municipality for the implementation of wind farms, followed by the municipalities of Serra do Mel (22.22%), Areia Branca (18.52%), Porto do Mangue (18.52%) and Grossos (14.81%).

Keywords: Caatinga; Geoprocessing; Sustainable development; Wind energy.

¹ Mestrado em Ciências Florestais.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Brasil.

² Doutorado em Recursos Naturais na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil.

INTRODUÇÃO

A energia eólica é uma tecnologia sustentável baseada na transformação de energia mecânica em energia elétrica através da movimentação de pás de aerogeradores por massas de ar. A instalação de uma usina eólica depende do estudo de multifatores, como condições e locais do vento, temperatura, umidade, pressão, terreno (tipo de solo, rugosidade, orografia e obstáculos), rota de aves, proximidade de centros urbanos, ocupação humana, altitude, locais de vento, estradas e linhas de transmissão (Cresesb, 2017).

O Brasil apresenta um grande potencial eólico e está entre os cinco países com geração do mercado (GWEC, 2021). A importância da energia eólica, no contexto nacional, reside não só na sua sustentabilidade, mas também no seu potencial de geração e acumulação de energia. O Nordeste brasileiro apresenta o maior potencial para geração anual de energia por aerogeradores. No que se refere ao estado do Rio Grande do Norte (RN), principalmente a sua zona costeira, possui alta incidência e constância de ventos, características físicas favoráveis para a instalação de empreendimentos como este (Do Amarante *et al.*, 2001; Ferreira; Camacho; Guimarães, 2019; Agra Neto *et al.*, 2020).

Segundo o atlas do potencial eólico do RN (Cosern, 2003), a capacidade instalável do estado é de 46.511 MW (megawatts). Os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2021) revelam que, atualmente, a capacidade instalada é de apenas 1.007 MW, apenas 2,17% do potencial. Uma das áreas promissoras para a instalação dos empreendimentos é o Litoral Norte-Noroeste (Cosern, 2003).

Dentre as vantagens da energia eólica estão: inesgotabilidade, produção de energia não poluente, não consome combustível para a geração, o prazo para construção do parque é de um ano, possui manutenções a cada seis meses, vida útil de até vinte anos, é uma complementação para a matriz energética hídrica em períodos secos em locais com grandes ventos, pode ser utilizada em consórcio com a agricultura ou em locais de difícil acesso (Amaral, 2012). Os principais impactos socioambientais positivos são o aumento do produto interno bruto (PIB), aumento do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), redução na emissão de gás carbônico, geração de emprego, movimentação do comércio local e geração de renda (Brown, 2011; Abeeólica, 2020).

Entretanto, apesar das inúmeras vantagens, os empreendimentos de geração de energia eólica onshore não estão livres de causarem impactos ambientais negativos, principalmente

para as comunidades no seu entorno, dentre eles estão: excesso de ruídos, danos estruturais nas estradas e na infraestrutura da cidade, privatização e proibição de acesso às áreas de uso comum (oceano, dunas e pesca), supressão de pomares para a instalação das linhas de transmissão, impedimentos do acesso às áreas de lazer e modificação da paisagem natural (Brown, 2011).

Segundo Neri *et al.* (2019), a região Nordeste é responsável por 86% da produção de energia eólica do Brasil, com destaque para o bioma Caatinga, que abriga 78% de todas as turbinas instaladas no país. Além da perda de mata para a ocupação do empreendimento, a maior preocupação está nos impactos — ainda subestimados — que esse bioma poderá ter no futuro. Até então, as desvantagens mais conhecidas - que ainda precisam ser avaliadas adequadamente - são a mudança de paisagem da região, o impacto sonoro e os choques com aves migratórias (Amaral, 2012).

Com o crescimento da demanda energética brasileira somada à crise hídrica e ambiental (Araújo; Azevedo, 2017), a predição dos impactos pode ser mais viável, o que torna o uso da tecnologia necessário, por possuir técnicas mais econômicas, com respostas rápidas e sustentáveis. Uma delas é o geoprocessamento que possibilita a delimitação de áreas ambientais através de imagens de satélites, identificação de falhas no planejamento ambiental urbano - conforme Plano Diretor local visando garantir a qualidade e a preservação ambiental (Cardoso, 2019) -, delimitação de áreas de preservação ambiental, conforme a legislação vigente, acompanhamento do processo de ocupação territorial (Eugenio *et al.*, 2011), e percepção visual de impactos (Menezes *et al.*, 2012).

Segundo Ferreira *et al.* (2020), a predição de áreas potenciais para o desenvolvimento de parques eólicos costuma ser realizada utilizando dados específicos (velocidade, fator de ocupação e energia gerada) e ferramentas de geoprocessamento (Almeida; Rocha; Silva, 2019). Outros métodos, como os de interpolação de áreas, são técnicas que podem agregar em estudos mais precisos em diversos setores, inclusive energético (Da Silva; De Abreu-Harbach, 2017). Portanto, o uso destes conhecimentos poderia ser igualmente utilizado para promover a conservação e o desenvolvimento sustentável local.

Os estudos sobre geradores eólicos no Oeste Potiguar referem-se, principalmente, sobre a sua viabilidade e seus impactos ambientais, econômicos e sociais nas áreas de estudo (Silva, 2016; Silva, 2018; Ferreira; Camacho; Guimarães, 2019; Oliveira; Oliveira, 2019; Sobrinho Júnior; De Moraes; Da Silva, 2020; Vieira; Fernandes, 2020).

Diante disso, este trabalho objetivou obter um modelo espacial usando multicritérios para predição de áreas potenciais para implantação de empreendimentos eólicos, como medida mitigatória dos impactos socioambientais negativos inerentes a essa atividade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange cinco municípios litorâneos da mesorregião do Oeste Potiguar, no estado brasileiro do Rio Grande do Norte (IBGE, 2010), e compõem o Polo Costa Branca, região com grande potencial turístico, são eles: Areia Branca, Grossos, Porto do Mangue, Serra do Mel e Tibau (Figura 1).

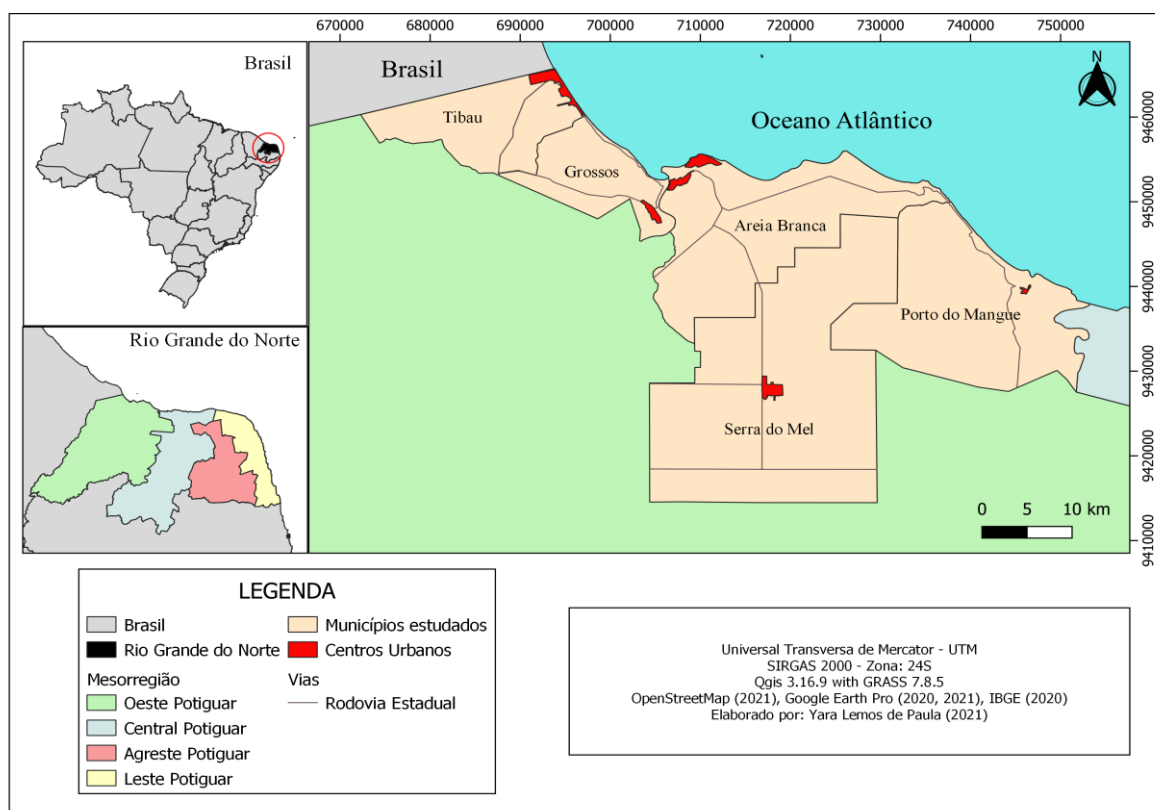


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, compreendendo os municípios de Areia Branca, Grossos, Porto do Mangue, Serra do Mel e Tibau, na Mesorregião Oeste Potiguar do estado brasileiro do Rio Grande do Norte.

Fonte: Autoria própria (2021).

Os municípios estão localizados entre latitudes -37.48668267, -36.69947570, -36.70177947, -37.45103494 e longitudes, respectivamente, -4.76387387, -4.82199068, -5.34191182, -5.31721348, nas altitudes entre 0 e 280 m. A região demarcada ocupa uma área

de 1.618,13 km², cerca de 3% do território do Rio Grande do Norte (RN), com população estimada de 61.175 pessoas (IBGE, 2020) e as principais atividades da região são produção de sal, exploração petrolífera, pesca, carcinicultura, cajucultura e turismo.

A classificação climática do local de estudo, segundo Köppen é do tipo "BSh", caracterizada pelo clima semiárido, seco, com baixas altitudes, com temperatura média anual superior a 18 °C, com chuvas corriqueiras (Alvares *et al.*, 2012).

Os municípios estudados estão localizados no Bioma Caatinga que, em áreas litorâneas Northeriogrândense, é influenciado pelo fenômeno de brisa terrestre e marinha, com média pluviométrica entre 500 mm a 900 mm (Diniz; Pereira, 2015). A vegetação da região compreende restinga, dunas (salsa, salsa-da-praia e bredinho-da-praia), mangues (vermelho, branco, preto e de botão), caatinga (arbustiva e aberta), plantas exóticas (coqueiro) e invasoras (algaroba) (Silva, 2016).

O solo predominante dos municípios de Tibau, Grossos, Areia Branca e Serra do Mel é latossolo vermelho-amarelo eutrófico, enquanto em Porto do Mangue, os latossolos deste tipo são muito profundos e porosos, no município ainda são encontrados solos do tipo solonchak, atualmente chamdo de gleissolo, característicos de Mangue, com alta salinidade, e solos aluviais eutróficos (Idema, 2008).

O relevo em Grossos e Tibau, possui menos de 100 metros de altitude, com tabuleiros costeiros, além disso, Areia Branca e Porto do Mangue estão em planícies costeiras e fluviais, e na Chapada do Apodi. Enquanto Serra do Mel está entre 100 a 200 metros de altitude, está situada na Chapada da Serra Verde. Em relação à hidrografia, os municípios possuem rios intermitentes de uma bacia de fluxo difuso desaguado no mar em vários pontos da costa (Idema, 2008).

Segundo o estudo de Amaro e Araújo (2008), as condições socioambientais da faixa litorânea desses municípios apresentam trechos de praia ($\pm$ 200 m de recuo de linha de costa) ativamente expostas aos processos dinâmicos costeiros e avanço da linha da costa em direção ao continente em, no mínimo, 30 m sujeitas, no futuro, a catástrofes ambientais e sociais que causariam danos principalmente à comunidade pesqueira, turística e a futuros empreendimentos.

2.2 METODOLOGIA

Este trabalho foi conduzido baseando-se no estudo de Almeida *et al.* (2019), utilizando bases cartográficas levantadas no período entre de junho e agosto de 2021. O programa utilizado foi o software livre e gratuito QGIS, versão 3.16.9 (QGIS, 2020), com Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) em datum SIRGAS 2000, com projeção cartográfica UTM, zona 24Sul.

Para a construção das cartas temáticas foram utilizadas bases cartográficas de plataformas gratuitas para vias de acesso (Dados: *OpenStreetMap*, Plataforma: QGIS, Ano: 2021), vegetação e áreas de proteção (Ministério do Meio Ambiente - MMA, MapBiomas versão 6.0, 2020), centros urbanos (Polígono, *Google Earth Pro*, 2020 e 2021), territórios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2020), uso e cobertura do solo (IBGE, 2020), solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, *Forest-gis*, 2011), parques eólicos (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2021) e *rasters* (*Landsat 8 OLI*, *United States Geological Survey* - USGS, julho de 2020).

Com o uso de uma imagem de satélite *Landsat 8 OLI* obtida em julho de 2020, foi possível aplicar o cálculo de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (De Salis; Da Costa; Viana, 2016), para a diferenciação de áreas com vegetação e com solo exposto. Para isto, foi utilizada a calculadora raster para aplicar a equação abaixo e, após isso, foi definido as cores conforme os valores encontrados, onde solo exposto foi definido entre os valores 0 a 0,2. O cálculo utilizado foi:

$$(NIR - RED) \div (NIR + RED) \quad (1)$$

Onde, *NIR* = reflexão no espectro próximo do infravermelho; *RED* = reflexo na faixa vermelha do espectro.

Ao incluir as camadas no QGIS, foram criados e priorizados 7 pontos aleatórios no interior de cada município estudado (N=35) por meio da ferramenta GRASS, após isso, foram criados *buffers* de 500 metros para facilitar a visualização (Figura 2).

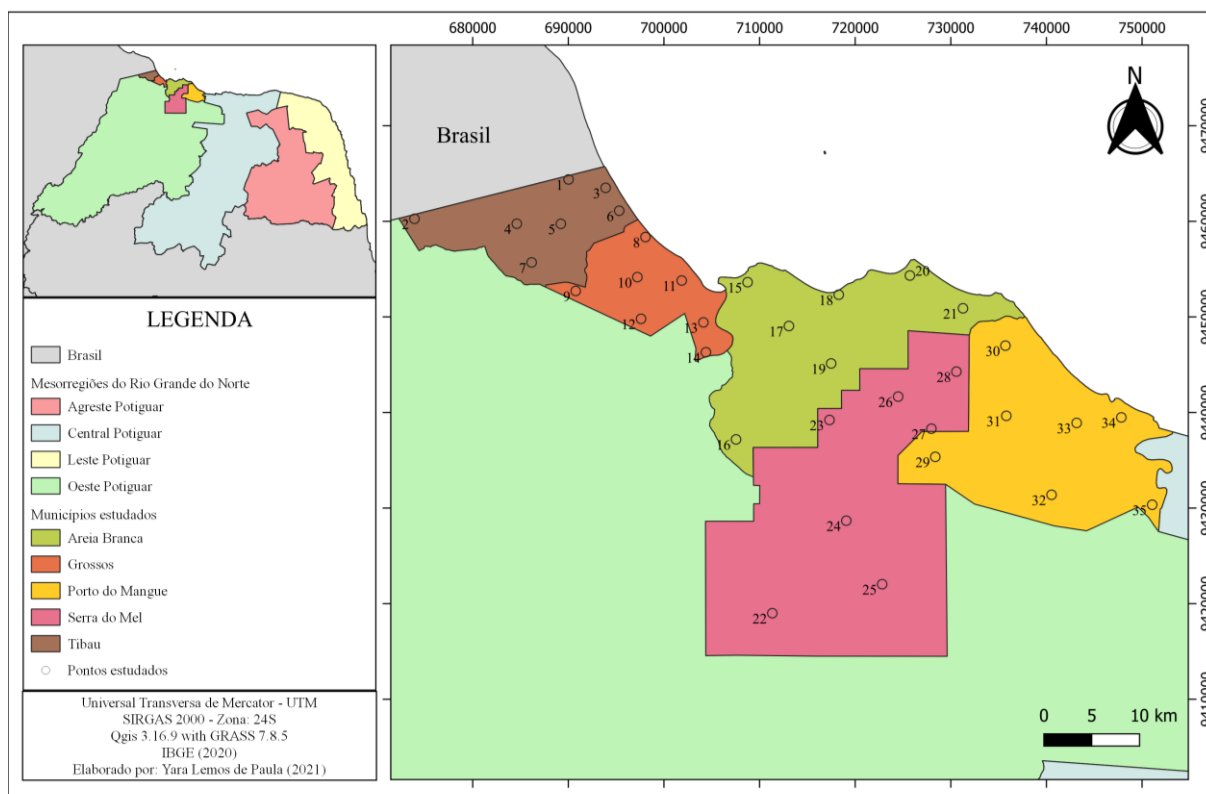


Figura 2. Mapa de localização dos pontos georreferenciados nos municípios estudados, na Mesorregião Oeste Potiguar estado brasileiro do Rio Grande do Norte.

Fonte: Autoria própria (2021).

Cada ponto foi analisado com relação a sua nota frente a todos os parâmetros avaliados, por meio do software Excel, a somatória e as porcentagens foram inseridas na tabela de atributos do shapefile e, em seguida, uma equação linear de regressão foi usada para verificar o percentual de aceitação de cada ponto escolhido, em comparação aos pontos de eólicas já instaladas ou em fase de implantação na região.

2.2.1 Parâmetros ambientais

Os procedimentos para avaliação dos indicadores de impactos ambientais foram escolhidos com base nos critérios estabelecidos pelo Código Florestal (Brasil, 2012) e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2014). A legislação ambiental define os impactos dos parques eólicos, a depender do seu porte, localização e baixo potencial poluidor.

Os parques eólicos não serão considerados de baixo impacto quando estiverem localizados: em formações dunares, planícies fluviais e de deflação, mangues e demais áreas úmidas; na Zona Costeira e implicar alterações significativas das suas características naturais;

em zonas de amortecimento de unidades de conservação de proteção integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre), adotando-se o limite de 3 km (três quilômetros) a partir do limite da unidade de conservação, cuja zona de amortecimento não esteja ainda estabelecida; em locais em que gerem impactos socioculturais diretos que impliquem inviabilização de comunidades ou sua completa remoção; em áreas de ocorrência de espécies ameaçadas de extinção e áreas de endemismo restrito, conforme listas oficiais (Brasil, 2014).

Partindo desse pressuposto, os parâmetros escolhidos foram a vegetação, solo, atividades econômicas (sem considerar empreendimentos eólicos já instalados) e proximidade de áreas de proteção (dunas, manguezais, restinga e corpos hídricos) e centros urbanos. Para os três primeiros foram consideradas as localizações, enquanto para os dois últimos também foram consideradas as distâncias de quatro *buffers* multi-anéis de 1,5 km a partir do ponto central. Deste modo, foi criado um modelo simples baseado em um cálculo para predizer pontos com menor risco de causar impactos ambientais, representados pelas maiores pontuações.

Para o cálculo de impactos ambientais cada classe pré-selecionada teve sua nota mínima e sua nota máxima, com base no estudo de Almeida *et al.* (2019), e dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação e peso dos parâmetros socioambientais considerados no estudo de predição de áreas potenciais para a instalação de usinas eólicas

Classes	1	2	3	4	5
Vegetação	Savana Estépica Arbórea com palmeiras	Savana Estépica Arbórea	Savana Estépica Herbácea	Solo Exposto	Não se enquadra
Solo	Gleissolo Sálco	Latossolo Amarelo	Latossolo Vermelho-Amarelo	Cambissolo Háplico	Não se enquadra
Atividades econômicas	Salina	Agricultura Permanente	Agricultura Sazonal	Agropecuária	Não se enquadra
Áreas de proteção (dunas, manguezais, restinga e corpos hídricos)	0 km	0 > 1,5 km	1,5 > 3,0 km	3,0 > 4,5 km	acima de 4,5 km
Centro Urbano	0 km	0 > 1,5 km	1,5 > 3,0 km	3,0 > 4,5 km	acima de 4,5 km

Fonte: Autoria própria (2021).

Os pontos foram somados conforme os parâmetros acima e suas porcentagens foram definidas por meio da equação abaixo:

$$y\% = 5x - 25 \quad (2)$$

Onde, y é a porcentagem, e x é a somatória por ponto.

2.2.2 Interpolação de dados

Dentre os métodos existentes, está o Interpolador *IDW*, um método determinístico que estima números mínimos e máximos de pontos vizinhos (De Vargas *et al.*, 2018) e, apesar, de considerar apenas distâncias euclidianas, o método tem sido bastante utilizado em interpolações que apresentam poucos pontos de controle, com resultados satisfatórios de precisão na previsão de informações, em especial, climatológicas (Martins; Alves; Damaceno, 2019).

A Interpolação *IDW* foi o método escolhido para espacializar a porcentagem dos pontos e permitir que estes sejam visualizados. A Interpolação espacial é um procedimento para se estimar valores de propriedades de locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos (Pavão *et al.*, 2011).

Os dados obtidos por meio do modelo espacial multicritério foram interpolados, reclassificados em 6 classes, vetorizados e cruzados com os dados de empreendimentos eólicos existentes em Areia Branca, Grossos, Porto do Mangue, Serra do Mel e Tibau, municípios da Mesorregião Oeste Potiguar do Rio Grande do Norte.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos observados na área de estudo foram gleissolo sálico, latossolo amarelo, latossolo vermelho-amarelo e cambissolo háplico, dentre eles, o cambissolo e o latossolo vermelho-amarelo possuem maior potencial para a implantação dos aerogeradores (Figura 03). Isto porque o gleissolo possui lençol freático próximo à superfície, resultando em períodos de alagamento, para o seu uso, precisam ser drenados e corrigidos (De Oliveira Neto; Silva, 2011).

O latossolo amarelo costuma ser encontrado em regiões de Tabuleiros Costeiros, em encostas acidentadas e elevações, profundo, bem drenado, de fácil manejo e mecanização em áreas com relevo plano e suave, principalmente quando não são coesos, porém, possui risco de degradação pela erosão hídrica, principalmente em locais com relevo acidentado (Dos Santos; Zaroni; Almeida, 2011).

O latossolo vermelho-amarelo é encontrado em locais bem drenados e profundos, permite mecanização agrícola, é suscetível à erosão, e podem apresentar fragmentos de rocha na sua superfície (Almeida; Dos Santos; Zaroni, 2011).

Já o cambissolo é constituído por material mineral no horizonte B, fortemente drenados, rasos a profundos, porém pode estar sujeito a inundações (Jarbas *et al.*, 2010).

A vegetação observada, por meio da base cartográfica, foi classificada em savana estépica arborizada com palmeiras, arborizada e parque (IBGE, 2012), enquanto os valores do NDVI (entre 0 a 0,2) mostraram o solo exposto.

Segundo o Sistema Oficial da Classificação da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), a savana estépica compreende a Caatinga do sertão árido, classificada como arborizada quando possui um estrato arbustivo-arbóreo, esparso, com um inferior gramíneo-lenhoso, dito com palmeiras, quando associada a carnaúbas (*Copernicia prunifera*). A savana estépica parque apresenta características fisionômicas com arbustos e pequenas árvores como pau-branco (*Auxemma oncocalyx* (Allemão) Baill.), mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.). Portanto, a instalação de empreendimentos eólicos nestas áreas significa supressão de vegetação nativa e perda de hábitat para a fauna silvestre (Figura 4).

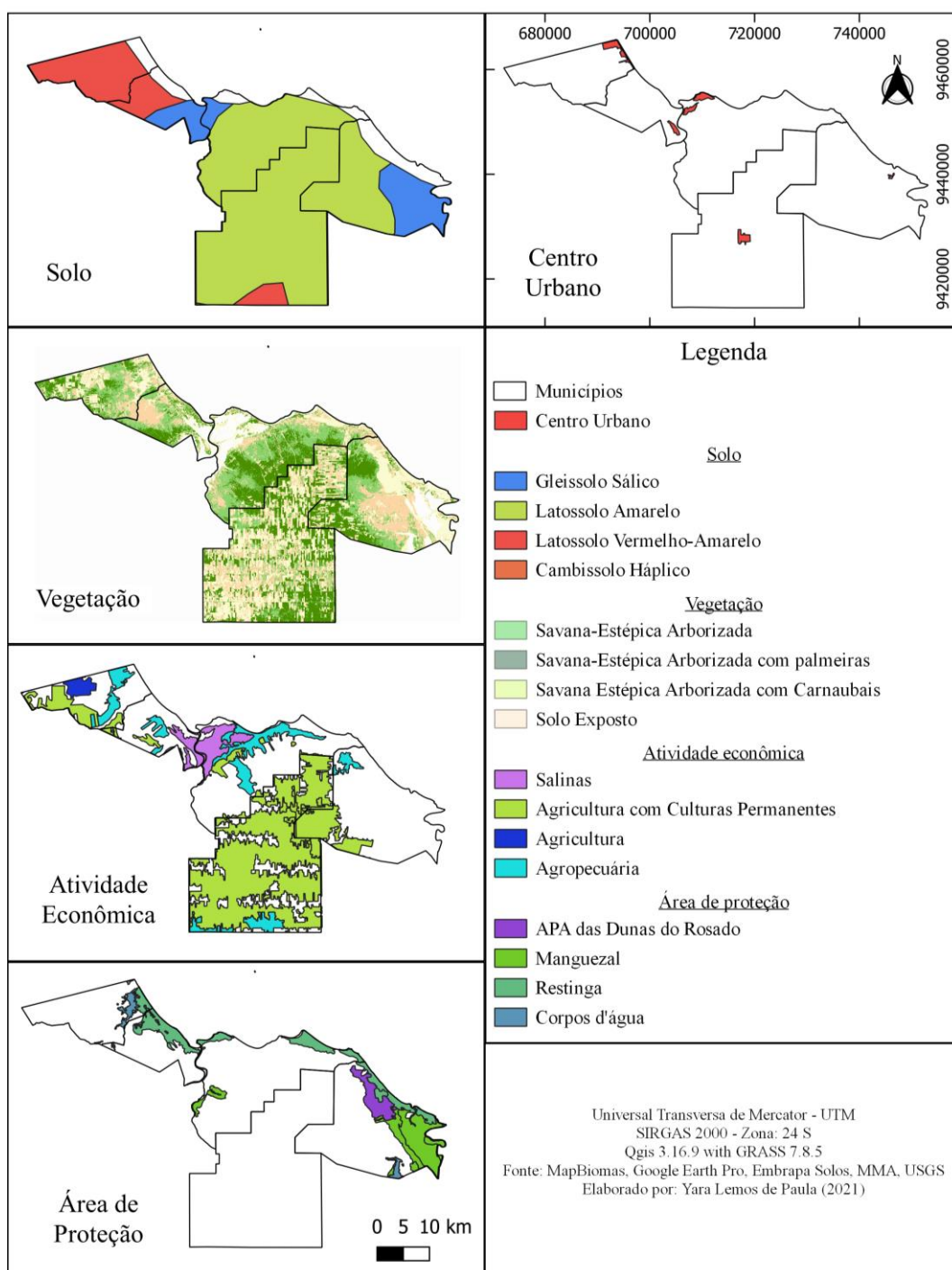


Figura 3. Mapa dos parâmetros ambientais encontrados nos municípios estudados, na Mesorregião Oeste Potiguar do estado brasileiro do Rio Grande do Norte.

Fonte: Autoria própria (2021).

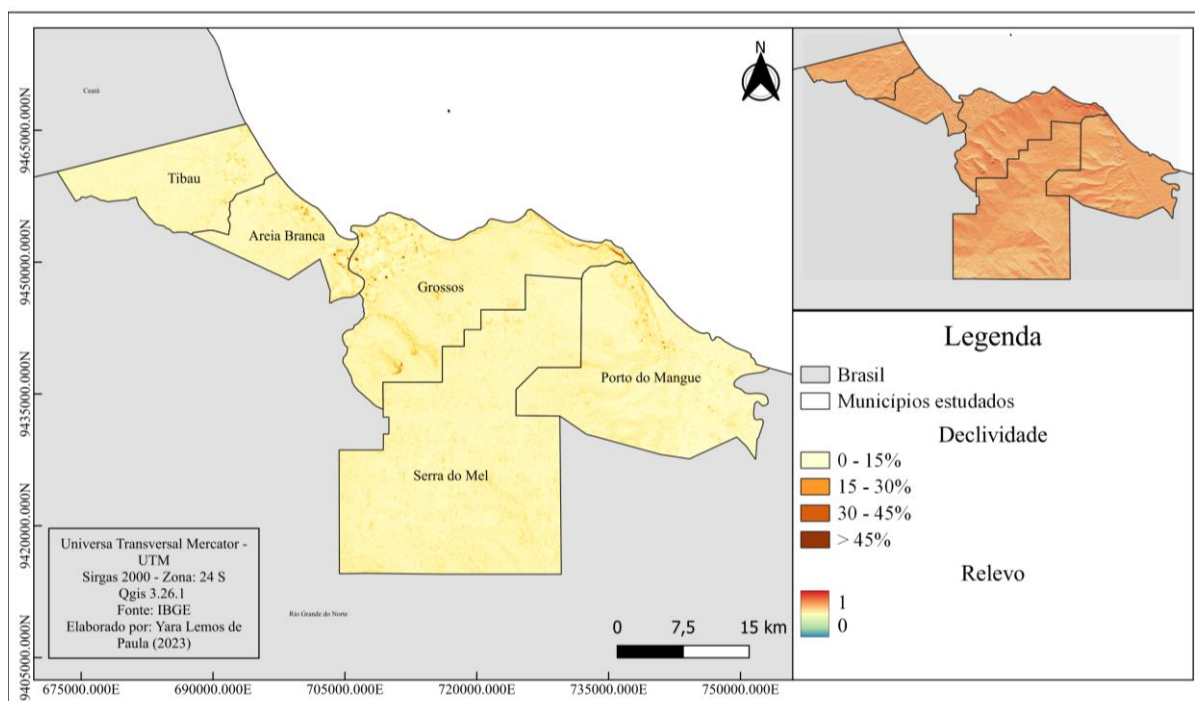


Figura 4. Mapa do relevo e declividade dos municípios estudados, na Mesorregião Oeste Potiguar do estado brasileiro do Rio Grande do Norte.

Fonte: Autoria própria (2023).

As atividades econômicas mais presentes na região são salinas, agricultura com culturas permanentes, agricultura e agropecuária. Segundo Vieira e Fernandes (2020), é interessante conciliar a geração de energia com a conservação do meio ambiente, por meio do uso de áreas já antropizadas.

Para os referidos autores, a zona salineira da região possui um potencial eólico satisfatório, no entanto, é necessário considerar as implicações quanto a corrosão proveniente da exposição à alta concentração de sal marinho (Da Silva, 2018) e às características do empreendimento (tanques de sal e água). Esta questão poderia ser solucionada a partir da utilização de torres eólicas pré-moldadas de concreto, como proposto por Souza *et al.* (2015) para as instalações *offshore*.

Quanto à agricultura, Sobrinho Júnior, De Moraes e Da Silva (2020) apontam não haver relatos de perda de produção pelo efeito sombra ou temperatura provocada pelos aerogeradores, no entanto, é importante destacar que para a inserção do empreendimento em áreas já consolidadas, como é o caso de agricultura com culturas permanentes, há a necessidade de retirada de vegetação para abertura de área, ao contrário da agricultura com culturas temporárias. No caso da agropecuária, este consórcio agrega vantagens como a promoção de redução da pegada de carbono para ambas as atividades e de desenvolvimento sustentável (Liu *et al.*, 2021).

Como já mencionado anteriormente, os empreendimentos eólicos não inseridos e, de preferência, distantes de formações dunares, planícies fluviais e de deflação, mangues e demais áreas úmidas poderiam ser consideradas de baixo impacto ambiental (BRASIL, 2014). Isto ocorre, pois, as formações pioneiras (dunas) e vegetações com influência marinha (restinga) e fluviomarinha (mangues) estão comumente localizadas ao redor de depressões aluviais (corpos hídricos) e em terrenos instáveis (IBGE, 2012), com grande concentração de vida fluviomarinha, portanto, neste estudo, foram identificadas e tratadas como “Áreas de Proteção”. Porém, é importante ressaltar que, recentemente, há previsão para instalação de um complexo eólico próximo à Área de Proteção Ambiental das Dunas do Rosado, a qual terá o EIA/RIMA discutido em audiência pública (Idema, 2021).

Além disso, segundo Han *et al.* (2009), a geração de ruídos de aerogeradores são imperceptíveis a partir de 1 km de distância, a depender das condições do vento, além disso, espaços abertos, como pastagens com pouca atividade humana dificilmente causam poluição visual. A partir da somatória dos critérios comentados e pré-estabelecidos foram identificadas as localidades com maior potencial para instalação de aerogeradores, com um menor impacto ambiental (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagens (%) obtidas a partir da somatória dos critérios escolhidos por ponto

Ponto	Solo	Vegetação	Atividades econômicas	Área de proteção	Centros urbanos	Total	%
1	3	5	4	3	2	17	60,0
2	3	5	2	5	5	20	75,0
3	5	5	5	1	2	18	65,0
4	3	2	5	5	5	20	75,0
5	3	2	5	2	5	17	60,0
6	5	5	5	1	2	18	65,0
7	3	5	2	5	5	20	75,0
8	5	5	5	1	3	19	70,0
9	3	2	5	2	5	17	60,0
10	3	2	5	3	5	18	65,0
11	5	5	1	1	4	16	55,0
12	1	2	5	5	5	18	65,0
13	1	5	5	2	1	14	45,0
14	1	5	1	2	2	11	30,0
15	5	5	1	2	2	15	50,0
16	2	2	5	4	5	18	65,0
17	2	5	2	5	5	19	70,0
18	2	5	4	4	5	20	75,0
19	2	5	5	5	5	22	85,0
20	5	5	5	1	5	21	80,0
21	2	2	5	2	5	16	55,0
22	2	5	2	5	5	19	70,0

23	2	2	5	5	5	19	70,0
24	2	5	2	5	2	16	55,0
25	2	2	5	5	5	19	70,0
26	2	5	2	5	5	19	70,0
27	2	5	2	5	5	19	70,0
28	2	2	5	5	5	19	70,0
29	2	5	2	5	5	19	70,0
30	2	5	4	2	5	18	65,0
31	2	2	5	3	5	17	60,0
32	2	2	5	2	5	16	55,0
33	1	5	5	1	3	15	50,0
34	5	5	5	1	2	18	65,0
35	1	5	5	1	5	17	60,0

Fonte: Autoria própria (2021).

As localidades estudadas apresentaram entre 60,1% e 85% de potencial para mitigação dos impactos ambientais descritos no CONAMA (Brasil, 2014), onde 85% representou a área com maior potencial para reduzir impactos ambientais, está inserida em latossolo amarelo, não presente em vegetação nativa do bioma Caatinga (arbórea com carnaúbas, arbórea ou herbácea) e em áreas com atividades econômicas (salinas, agricultura permanente ou sazonal, e agropecuária), e a mais de 4,5 km de distância de centros urbanos e de áreas de proteção ambiental (dunas, manguezais, restinga e corpos hídricos). Enquanto 30% a 60% representaram as áreas com menor potencial de reduzir tais impactos, incluem áreas em gleissolo sálico, com salinas e até 1,5 km de distância de áreas de proteção e centros urbanos.

No estudo, observou-se que 77,14% (N=27) dos pontos, com área total de 1.381,07 ha, apresentaram entre 60% e 85% de potencial para evitar os impactos ambientais provenientes de aerogeradores. Observou-se que o modelo se adequou ao uso proposto, e identificou que o potencial para evitar os impactos ambientais provenientes de aerogeradores. Onde, Tibau (25,93%) apresenta-se como o município mais promissor para a implantação de empreendimentos eólicos, seguido dos municípios de Serra do Mel (22,22%), Areia Branca (18,52%), Porto do Mangue (18,52%) e Grossos (14,81%).

Na interpolação dos dados por parâmetro ambiental (solo, vegetação, atividades econômicas, área de proteção e centro urbano) é possível observar, por meio da colorimetria verde e amarelo, os locais com características mais propícias à redução de impactos ambientais, em contrapartida, as cores salmão e vermelho demonstram áreas com características com maior susceptibilidade à degradação, isto significa que estes locais devem ser evitados para a implantação de futuros empreendimentos eólicos (Figura 5).

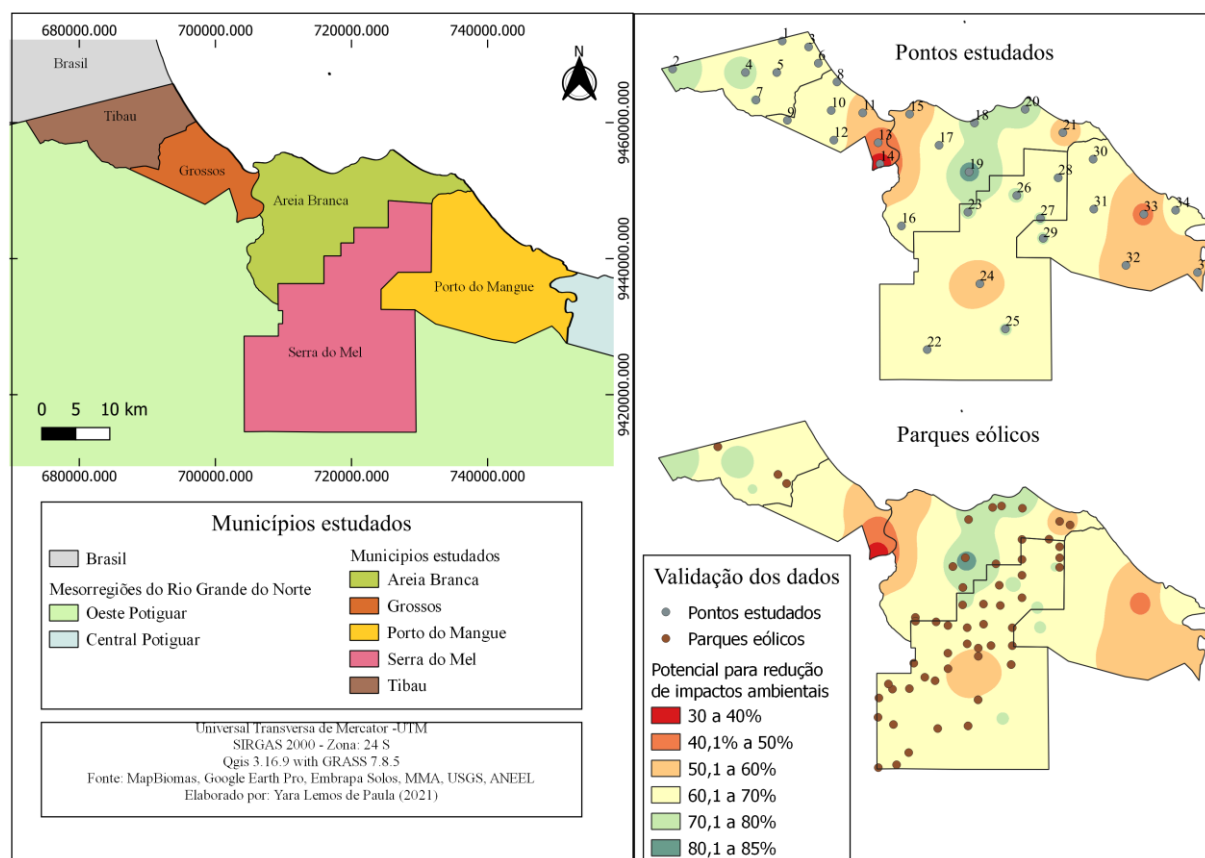


Figura 5. Interpolação das porcentagens e validação dos pontos estudados.

Fonte: Autoria própria (2021).

Ao cruzar os dados dos pontos estudados e os pontos de eólicas em fase de instalação e operação nos municípios estudados do Oeste Potiguar, observando o município de Serra do Mel, com a maior quantidade de eólicas instaladas, analisou-se que estes empreendimentos optaram pelas áreas com porcentagens no intervalo de (60,1 a 70%), com 1.122,99 ha, (70,1 a 80%) com 151,73 ha, e (80,1 a 85%) com 6,35 ha.

Assim, verifica-se que o modelo construído se tornou adequado, pois os parques eólicos estão, em sua maioria (88,9%), muito próximos às áreas marcadas pelas médias e altas porcentagens encontradas. Sendo Serra do Mel, o município com o maior número de eólicas, seguido de Areia Branca, e com áreas potenciais para exploração nos cinco municípios estudados, em especial, Tibau.

Segundo entrevista de Andrade (2021) a Jaime Calado, atual secretário de desenvolvimento econômico do Rio Grande do Norte, o Estado possui 194 parques eólicos funcionando, com cerca de 20 a 50 aerogeradores por empreendimento. Destes, 63 estão instalados nos municípios estudados, com 69,84% em Serra do Mel (N=44), 20,63% em Areia Branca (N=13), 7,94% em Tibau (N=5) e 1,59% em Grossos (N=1) (ANEEL, 2021) (Figura 6).



Figura 6. Região de Areia Branca e Serra do Mel com empreendimentos eólicos.
Fonte: Google Earth (2021).

O uso da interpolação *IDW* foi efetivo para facilitar a observação e validação de dados multicritérios. De acordo com Pavão *et al.* (2011), técnicas de interpolação facilitam a interpretação, discussão e geração de informações de forma rápida e precisa, permitindo avaliar a espessura crustal da Bacia do Paraná.

Para De Vargas *et al.* (2018), este método possibilitou a modelagem dos parâmetros hidráulicos hidrogeológicos como direções de fluxo subterrâneo e indicou capacidade de exploração, possibilitando reconhecer algumas condições de contorno do aquífero e gerar mapas hidrogeológicos paramétricos representativos.

O método de *IDW* é muito usado nas ciências climáticas. Diversos estudos usam para interpolação para fornecer dados de entrada para modelos hidrológico, climático e outros. Martins *et al.* (2019) experimentaram o uso do método para dados de temperatura, e constataram que o método *IDW* é o mais preciso na previsão de informações para locais onde não existem estações meteorológicas ou postos de monitoramento instalados.

Com este modelo, Almeida *et al.* (2019) definiram zonas de aptidão da microrregião de Mossoró para implantação de usina solar fotovoltaica, delimitando áreas potenciais nos municípios de Mossoró, Baraúna, Areia Branca, Grossos, Tibau e Serra do Mel.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo utilizado na presente pesquisa identificou áreas potenciais para implantação de aerogeradores em cinco municípios da Costa Branca, no RN, com o intuito de prevenir impactos ambientais.

Conforme o modelo espacial multicritério e por meio das geotecnologias, Tibau (25,93%) apresenta-se como o município mais promissor e adequado para implantação de aerogeradores visando a redução dos impactos ambientais e, conseqüentemente, ao desenvolvimento sustentável, devido às características do seu solo, a vegetação, as atividades econômicas agregadas ao negócio e ao distanciamento de áreas de proteção e do centro urbano, seguido dos municípios de Serra do Mel (22,22%), Areia Branca (18,52%), Porto do Mangue (18,52%) e Grossos (14,81%), totalizando 1.281,07 ha.

Portanto, o modelo construído se tornou adequado para o uso proposto. Sendo assim, é de suma importância, que os empreendimentos futuros foquem em instalações nos pontos que apresentam médias e altas pontuações, e evitem locais com baixas pontuações. Para a instalação e implantação efetiva de aerogeradores, é importante cruzar estes e outros parâmetros gerados no SIG e coletados em campo por profissionais habilitados, bem como incluir na análise outros critérios, tais como: fluxo laminar, considerando além do relevo as áreas mais arbóreas, dados relativos ao vento, rota de aves migratórias e rotas de morcegos.

Além disso, para a ampliação deste estudo aconselha-se (i) realizar análise antes da instalação dos aerogeradores nos municípios estudados; (ii) incluir informações de altimetria e declividade, considerando estudos que apontam que os parques não devem ser instalados em locais com declividade superior a 30%; (iii) considerar outros critérios importantes na obtenção da licença ambiental junto aos órgãos responsáveis; (iv) criação de uma ferramenta que auxilie os profissionais em campo, possibilitando a atualização das informações com dados coletados *in locu*.

5 AGRADECIMENTOS

Aos professores do Curso de Especialização em Geoprocessamento e Georreferenciamento (CEGG) pelo apoio e pelos esforços realizados para concluir as atividades do curso, mesmo em tempos de pandemia.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. **Boletim anual dados 2020**. Bela Vista: ABEEólica, 2020. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o_2020.pdf. Acesso em: 15 de julho de 2021.

AGRA NETO, J.; QUEIROZ, F. C. B. F.; QUEIROZ, J. V.; LIMA, N. C.; DA SILVA, C. L. Evolução e perspectivas do setor eólico no Brasil: análise dos principais estados produtores. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 4, p. 1409-1432, out./dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n4p1409-1432>.

ALMEIDA, E. DA P. C.; DOS SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. Latossolos vermelhos-amarelos. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2011. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

ALMEIDA, J. M. A.; ROCHA, E. P.; SILVA, P. C. M. **Determinação de zonas de aptidão para implantação de usinas solares fotovoltaicas, utilizando técnicas de geoprocessamento**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento e Georreferenciamento) - Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró-RN, 2019.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

AMARAL, B. M. **Modelos varx para geração de cenários de vento e vazão aplicados à comercialização de energia**. 2012. Dissertação (Mestrado em Energia Elétrica) - PUC-RIO, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=19308@1>. Acesso em: 10 de julho de 2021.

AMARO, V. E.; ARAÚJO, A.B. Análise multitemporal da morfodinâmica da região costeira setentrional do Nordeste do Brasil entre os municípios de Grossos e Tibau, estado do Rio Grande do Norte. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 77-100, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340124007.pdf>. Acesso em: 26 de julho de 2021.

ANDRADE, H. Fontes do desenvolvimento: por posição geográfica, RN atrai empresas de energia eólica e descentraliza investimentos no estado. **G1**, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2021/04/30/fontes-do-desenvolvimento-por-posicao-geografica-rn-atrai-empresas-de-energia-eolica-e-descentraliza-investimentos-no-estado.ghtml>. Acesso em: 04 de outubro de 2021.

ANEEL. Capacidade instalada em 2021 supera 1 gigawatt; eólicas são o destaque pelo quarto mês seguido. **ANEEL**, 2021. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVlZ6/content/capacidade-instalada-em-2021-supera-1-gigawatt-eolicas-sao-o-destaque-pelo-quarto-mes-seguido/656877?inheritRedirect=false&redirect=http%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fsala-de-imprensa-exibicao-2%3Fp_id%3D101_INSTANCE_zXQREz8EVlZ6%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state

[%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3](#). Acesso em: 05 de julho de 2021.

ANEEL. Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico. **ANEEL**, 2021. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. Acesso em: 05 de agosto de 2021.

ARAÚJO, M. A.; AZEVEDO, F. F. A produção de energia eólica no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: um olhar sobre o uso do território pelas corporações espanholas Iberdrola e Gestamp. In: ZAAR, M. H.; VASCONCELOS JUNIOR, Magno; CAPEL, H. (Editores). **La electricidad y el territorio. Historia y futuro**. Barcelona: Universidad de Barcelona/Geocrítica, 2017. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/IVSimposio/Araujo.pdf>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**: Brasília, ano 124, 28 mai. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 06 de julho de 2021.

BRASIL. **Resolução nº 462, de 24 de julho de 2014**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre. Brasil: CONAMA, 2014. Disponível em: <https://www.areaseg.com/bib/05%20-%20Resolucoes%20CONAMA/2014/462-2014.pdf>. Acesso em: 05 de julho de 2021.

BROWN, K. B. Wind power in northeastern Brazil: Local burdens, regional benefits and growing opposition. **Climate and development**, v. 3, n. 4, p. 344-360, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/17565529.2011.628120>.

CARDOSO, A. T. A. **Aplicação da geotecnologia para identificar possíveis áreas ambientais do Município de Belém, Pará, Brasil**. 2019, 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/381/1/APLICA%C3%87%C3%83O%20D A%20GEOTECNOLOGIA%20PARA%20IDENTIFICAR%20POSS%C3%8DVEIS%20C 3%81REAS%20AMBIENTAIS.pdf>. Acesso em: 14 de agosto de 2021.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO - CRESESB. Tutotial de Energia Eólica. **CRESESB**, 2017. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=201. Acesso em: 09 de maio de 2021.

COSERN-ANEEL. **Potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte**. RN: Iberdrola/Camargo Schubert, 2003. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/36665887/atlas-eolico-rn>. Acesso em: 22 de junho de 2021.

DE OLIVEIRA NETO, M. B.; DA SILVA, M. S. L. Gleissolos. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2011. Disponível em: http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CON T000gt7eon7k02wx7ha087apz2kfhpkns.html. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

DINIZ, M.T.M.; PEREIRA, V.H.C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 488-506, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5216/bgg.v35i3.38839>.

DO AMARANTE, O. A. C; BROWER, M.; ZACK, J.; DE SÁ, A. L. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: Camargo Schubert/Truewind Solutions/MME/ELETROBRÁS/CEPEL/CRESESB, 2001. Disponível em: http://cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf. Acesso em: 05 de julho de 2021.

DA SILVA, L. M.; DE ABREU-HARBICH, L. V. Metodologia simplificada para avaliação do potencial de energia eólica em centros urbanos. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 46-58, mar. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v8i1.8648501>.

DOS SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. DE P. C. Latossolos amarelos. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2011. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r58asu5l.html. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

EMBRAPA. Mapa de Solos do Brasil - escala 1:5 milhões. **Forest-gis**, 2011. Disponível em: <https://forest-gis.com/download-gis-base-de-dados/>. Acesso em: 05 de junho de 2021.

EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. R. O.; PIMENTE, L. B.; MOULIN, J. V. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 563-571, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602011000400016>.

FERREIRA, F.; CAMACHO, R. GUIMARÃES, R. Percepção dos impactos socioambientais da implantação de parques eólicos na comunidade de Ponta do Mel, Areia Branca/RN. **Geosul**, v. 34, n. 73, p. 262-279, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n73p262>.

FERREIRA, T. V. B. *et al.* **Roadmap Eólica Offshore Brasil**: perspectivas e caminhos para a energia eólica marítima. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2020. 140p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap_Eolica_Offshore_EPE_versao_R2.pdf. Acesso em: 21 de agosto de 2021.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL - GWEC. **Global wind statistics 2020**, 2021. Disponível em: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>. Acesso em: 21 de agosto de 2021.

GOOGLE. Google Earth Pro. **Google**, 2021. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>. Acesso em: 15 de agosto de 2021

HAN, J.; MOL, A. P. J.; LU, Y.; ZHANG, L. Onshore wind power development in China: Challenges behind a successful story. **Energy Policy**, v. 37, n. 8, p. 2941-2951, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.021>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades e estados. **IBGE**, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/tibau.html>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: Manuais técnicos em geociências, 2012. 124 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Portal de mapas. **IBGE**, 2020. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 10 de agosto de 2021.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE - IDEMA. Nova Audiência pública apresenta EIA/RIMA para complexo de energia. **IDEMA**, 2021. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=270574&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=ACERVO+DE+MAT%C9RIAS>. Acesso em: 03 de outubro de 2021.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE - IDEMA. Perfil do seu município. **IDEMA**, 2008. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=875&ACT=&PAGE=4&PARM=&LBL>. Acesso em: 07 de agosto de 2021.

JARBAS, T.; SÁ, I. B.; PETRERE, V. G.; TAURA, T. A. Cambissolos. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2010. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3n5ubswf.html. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

LIU, P.; LIU, L.; XU, X.; ZHAO, Y.; NIU, J.; ZHANG, Q. Carbon footprint and carbon emission intensity of grassland wind farms in Inner Mongolia. **Journal of Cleaner Production**, v. 313, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127878>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Projeto MapBiomass – Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. **MAPBIOMAS**, 2020. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em 10 de agosto de 2021.

MARTINS, A. P.; ALVES, W. DOS S.; DAMASCENO, C. E. Avaliação de métodos de interpolação para espacialização de dados de temperatura do ar na bacia do Rio Paranaíba - Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, n. 15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v25i0>.

MENEZES, S. J. M. C.; DOMINGUES, G. F.; LIMA, C. A.; LANA, V. M.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LIMA, C. A. Educação ambiental: utilização de geotecnologias na disseminação da percepção ambiental. **Revbea**, v. 7, p. 21-28, 2012. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2012.v7.1734>.

NERI, M.; JAMELI, D.; BERNARD, E.; MELO, F. P. L. Green versus green? Adverting potential conflicts between wind power generation and biodiversity conservation in Brazil,

Perspectives in Ecology and Conservation, v. 17, n. 3, p. 131-135, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.08.004>.

OLIVEIRA, M. F. B. de; OLIVEIRAR, L. C. S. **Sustentabilidade das usinas eólicas na região do Polo Costa Branca Potiguar**. 2019. Trabalho de conclusão de curso - Ciência e Tecnologia, UFERSA, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4738>. Acesso em: 02 de agosto de 2021

PAVÃO, C. G., ROIG, H. L., MENEZES, P. H. B. J., FRANÇA, G. S. L. A., ALVES, R. R. Metodologias de interpolação espacial aplicada a dados de espessura crustal na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 15., 2011, Curitiba. **Anais** [...] Curitiba: 2011, p. 3435-3442. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.07.12.13/doc/p1233.pdf>. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

QGIS. Geographic Information System - QGIS: um sistema de informação geográfica livre e aberto. **QGIS**, 2020. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 06 de março de 2021.

OPEN STREET MAP. Complementos. **QGIS**, 2021.

DE SALIS, H. H. C.; DA COSTA, A. M.; VIANA, J. H. M. Análise do uso e ocupação do solo nas APP de curso d'água da bacia do córrego Marinheiro por meio de NDVI aplicado em imagens Landsat 8 e Ikonos-II. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 22, p. 40-53, 2016. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166906/1/Analise-uso.pdf>. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

SILVA, A. L. B. **Análise socioambiental da orla marítima nos municípios de Tibau e Grossos (RN)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2016. Disponível em: https://www.uern.br/controladepaginas/mestrado-dissertacoes-defendidas/arquivos/2212andre_luiz.pdf. Acesso em: 02 de agosto de 2021.

DA SILVA, R. G. **Estudo do efeito de intempéries regionais na deterioração de pás eólicas**. 2018. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Disponível em: <https://1library.org/document/qod0x8mz-estudo-do-efeito-intemperies-regionais-deterioracao-pas-eolicas.html>. Acesso em: 31 de outubro de 2021.

SOBRINHO JÚNIOR, M. F.; DE MORAIS, E. R. C.; DA SILVA, P. C. M. Soil use and occupation of wind farm agricultural areas. **Mercator**, Fortaleza, v. 19, oct. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19030>.

SOUZA, L. A. S.; CHASTRE, C.; LUCIO, V. J. G.; SOUZA, S. T. M. Comportamento dinâmico de torres treliçadas em concreto armado para turbinas eólicas offshore. In: CONGRESSO DE MÉTODOS NUMÉRICOS EM ENGENHARIA, 2015, Lisboa. **Anais** [...], Lisboa: 2015. Disponível em: <https://docentes.fct.unl.pt/sites/default/files/cmcr/files/souza2015chluu.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2021.

USGS. Earth Explorer. **USGS**, 2021. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

DE VARGAS, T.; GOMES, M. G.; BELLADONA, R.; ADAMI, M. V. D. Aplicação do Interpolador IDW para Elaboração de Mapas Hidrogeológicos Paramétricos na Região da Serra Gaúcha. **Scientia cum Industria**, v. 6, n. 3, pp. 38-43, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v6iss3p38>.

VIEIRA, A. S. V.; FERNANDES, T. V. **Análise preliminar do potencial eólico da região salineira do Rio Grande do Norte**. 2020. Trabalho de conclusão de curso - Ciência e Tecnologia, UFERSA, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/5007>. Acesso em: 31 de agosto de 2021.