



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA**

**GEOMARKETING NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ÁREAS POTENCIAIS
PARA APROVEITAMENTO DE ENERGIA EÓLICA**

GESSICA VILAS BOAS PORTO DE ARAÚJO

Salvador – BA

2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA**

**GEOMARKETING NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ÁREAS POTENCIAIS
PARA APROVEITAMENTO DE ENERGIA EÓLICA**

Gessica Vilas Boas Porto de Araújo

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao colegiado do Curso de
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica
como requisito parcial À obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de
Agrimensura e Cartográfica.

Orientador: Prof. Dr. Mauro José Alixandrini Jr.

Salvador – BA

2021

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

GESSICA VILAS BOAS PORTO DE ARAÚJO

APRESENTADA AO COLEGIADO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E
CARTOGRÁFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, EM 23 DE JULHO DE
2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro José Alixandrini Jr.
Orientador
UFBA

Prof^a. Elaine Gomes de Jesus
Departamento de Geografia - UFBA

Prof^a. Vivian de Oliveira Fernandes
Departamento de Transportes e Geodésia -
DETG - UFBA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus, por toda a força que colocou no meu coração que me ajudou a lutar até o fim, foi o meu guia, e não me abandonou em momento algum.

A minha família, pelo amor, incentivo, força e apoio incondicional, especialmente a meu esposo Tiago, minha mãe Vanda e a minha tia Silene, sem eles não teria chegado até aqui, foram meu alicerce nessa longa jornada, e não duvidaram nunca da minha capacidade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Mauro José Alixandrini Jr. pela oportunidade e apoio durante todo o processo de construção desse TCC, ao meu professor e coordenador do curso Prof. Dr. Elmo Leonardo Xavier Tanajura, pela pessoa maravilhosa que é, por não ter medido esforços para me ajudar todas as vezes que precisei, em todos os momentos de desespero, respondendo todas as minhas mensagens e ligações, até mesmo fora de seu horário de trabalho, toda minha gratidão.

Aos meus amigos, que me deram o privilégio de tornar essa jornada mais leve, mais prazerosa, que estiveram comigo em todos os momentos de aflição, e em todas as horas que pensei que não seria capaz, especialmente a Ina Maria e Danilo Silveira, por todas as risadas e choros no corredor da poli, com certeza os levarei para a vida.

Por fim, à instituição UFBA, que me proporcionou a oportunidade de possuir um ensino superior e a expansão de meus horizontes, me dando todo apoio necessário para que eu pudesse concluir esta etapa da minha vida.

“O saber a gente aprende com os mestres e os livros. A sabedoria se aprende é com a vida e com os humildes...”

(Cora Coralina)

RESUMO

A demanda energética tem crescido consideravelmente nos últimos tempos e com isso, tem aumentado também a preocupação com as questões ambientais, de modo que, tem feito com que as geradoras de energia recorram cada vez mais as fontes alternativas de geração de energia elétrica, como é o caso da energia eólica. Contudo, antes da implementação destes empreendimentos, faz-se necessário analisar a viabilidade técnica da sua instalação, de modo a verificar fatores ambientais, econômicos e sociais. Um aliado e facilitador desse processo tem sido os Sistemas de Informações Geográficas, bem como, as estratégias de geomarketing, permitindo que as áreas sejam selecionadas e analisadas a partir de *softwares* que fornecem dados sobre potencial da região, restrições ambientais, entre outros. Assim, o presente estudo tem como objetivo identificar, através de análise espacial e estratégias de geomarketing, regiões da Bahia com maior potencial para implantação de empreendimentos eólicos. Para tanto, foi realizado uma pesquisa bibliográfica, a qual permitiu obter mais conhecimento acerca do tema e um estudo de caso, onde através dessas ferramentas computacionais analisou a região do estado da Bahia com maior potencial para implantação dos parques eólicos, portanto, trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa. Ao fim do estudo, foi possível resultar que, as regiões Norte e Centro-Leste do estado da Bahia apresentam potencial para geração de energia eólica, contudo, por ser um potencial inferior as demais regiões, estas ainda não foram exploradas, além disso, a região Norte, possui restrições ambientais por conta da presença de povos indígenas, assim, investigou-se mais a fundo a região Centro-Leste e observou-se que a Região Imediata de Jequié é a que apresenta melhores condições técnicas para implantação de empreendimentos eólicos. Com isso, conclui-se que a análise espacial e as estratégias de geomarketing são importantes ferramentas na determinação das áreas potenciais para o recebimento de usinas capazes de gerar energia de forma a minimizar ou mitigar a poluição ambiental.

Palavras-chave: Energia eólica. Geomarketing. Meio ambiente. Sistemas de Informações Geográficas.

ABSTRACT

The energy demand has grown considerably in recent times and with this, the concern with environmental issues has also increased, so that it has made energy generators increasingly resort to alternative sources of electricity generation, as it is the case of wind energy. However, before implementing these projects, it is necessary to analyze the technical feasibility of their installation, in order to verify environmental, economic and social factors. An ally and facilitator of this process has been Geographic Information Systems, as well as geomarketing strategies, allowing areas to be selected and analyzed using software that provides data on the region's potential, environmental restrictions, among others. Thus, this study aims to identify, through spatial analysis and geomarketing strategies, regions of Bahia with the greatest potential for the implementation of wind projects. Therefore, a bibliographical research was carried out, which allowed to obtain more knowledge about the subject and a case study, where through these computational tools analyzed the region of the state of Bahia with the greatest potential for the implantation of wind farms. of a research with a qualitative approach. At the end of the study, it was possible to find that the North and Center-East regions of the state of Bahia have potential for wind energy generation, however, as they have a lower potential than the other regions, they have not yet been explored, in addition, the North region, has environmental restrictions due to the presence of indigenous peoples, so the Center-East region was further investigated and it was observed that the Immediate Region of Jequié is the one with the best technical conditions for the implementation of wind projects. Thus, it is concluded that spatial analysis and geomarketing strategies are important tools in determining potential areas for receiving power plants capable of generating energy in order to minimize or mitigate environmental pollution.

Keywords: Wind energy. Geomarketing. Environment. Geographic Information Systems.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	JUSTIFICATIVA.....	14
3	OBJETIVOS.....	15
3.1	OBJETIVO GERAL.....	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1	ATUAL CENÁRIO DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL E NA BAHIA	16
4.2	GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA	20
4.3	PROCEDIMENTOS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA USINA EÓLICA	23
4.4	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E O GEOMARKETING	26
5	METODOLOGIA	29
5.1	ETAPAS DA METODOLOGIA SUGERIDA	31
6	RESULTADOS	33
6.1	ÁREA DE ESTUDO	33
6.1.1	Estado da Bahia.....	33
6.1.2	Regiões Geográficas Imediatas	39
6.1.3	Viabilidade Logística	43
6.1.4	Demanda por consumo de energia	45
7	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS.....	56

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Evolução da capacidade instalada de energia eólica (MW)	17
Figura 02 - Matriz elétrica brasileira	17
Figura 03 - Potencial eólico para vento médio anual igual ou superior a 7,0 m/s.....	18
Figura 04 - Dados atualizados da geração eólica de energia elétrica	20
Figura 05 - Geração de energia elétrica a partir do vento	21
Figura 06 - Elementos da turbina eólica	22
Figura 07 - Nacele.....	23
Figura 08 - Ciclos e etapas do desenvolvimento do projeto eólico.....	30
Figura 09 - Fluxograma da metodologia.....	31
Figura 10 - Mapa do Potencial Eólico da Bahia.....	33
Figura 11 - Interface do <i>site</i> Global Wind Atlas	34
Figura 12 - Mapa do Potencial Eólico da Bahia pelo Global Wind Atlas.....	35
Figura 13 - Mapa da localização de aerogeradores no estado da Bahia	36
Figura 14 - Mapa com as áreas ainda não exploradas no estado da Bahia.....	37
Figura 15 - Mapa de Viabilidade Técnico-Ambiental	38
Figura 16 - Região imediata de Jequié.....	41
Figura 17 - Potencial da região imediata de Jequié	42
Figura 18 - Municípios que compõem a região de Jequié	42
Figura 19 - Mapa da Viabilidade Logística do Brasil	44
Figura 20 - Viabilidade logística da região imediata de Jequié.....	45
Figura 21 – Demografia e consumo de energia nas cidades do estado da Bahia.....	47
Figura 22 - Principais centros consumidores ao redor da região imediata de Jequié.....	49
Figura 23 - Usinas hidroelétricas do estado da Bahia	50
Figura 24 – Mapa da densidade populacional.....	52
Figura 25 - Ilustração da álgebra de mapas	52
Figura 26 - Densidade populacional x Potencial eólico	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Distância da região imediata de Jequié para os aeroportos ao seu redor	45
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABEEólica	Associação Brasileira de Energia Eólica
ABRACEEL	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia
BEN	Balanço Energético Nacional
CEPEL	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
CFB	Constituição Federal do Brasil
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CNT	Confederação Nacional de Transportes
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FC	Fator de Capacidade
FIOL	Ferrovia de Integração Oeste-Leste
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
GW	Gigawatts
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
MW	Megawatts
PCH	Pequenas Centrais Hidroelétricas
PIB	Produto Interno Bruto
PROINFA	Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i>
SDE	Secretaria de Desenvolvimento Econômico
SE	Subestação
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TIR	Taxa Interna de Retorno
TWh	Terawatt-hora

1 INTRODUÇÃO

Os últimos anos têm sido marcado por um mundo extremamente globalizado e com forte crescimento tecnológico, de modo que, as pessoas têm buscado cada vez mais satisfazer os seus desejos de forma rápida e com o máximo de conforto possível. Com isso, a demanda energética tem aumentado consideravelmente, tanto para atender e garantir a qualidade de vida que as pessoas almejam, quanto para permitir que tais equipamentos, tão tecnológicos, existam e funcionem.

Em contra partida ao lado positivo que a energia pode proporcionar para as pessoas, existem os fatores negativos, como os impactos ambientais. Ainda que o cenário energético do Brasil apresente grande parcela de fontes renováveis (hidráulica, solar, eólica e biomassa), a fatia correspondente aos combustíveis fósseis ainda é consideravelmente grande. Além disso, as fontes limpas, como a hidráulica, também causam danos ao ambiente, como desmatamento, risco de alagamento, morte de animais, entre outras consequências que impactam e comprometem a sustentabilidade do meio ambiente.

Assim, a geração de energia não pode ser realizada apenas com foco em atender o consumidor atual e sim, visando em um desenvolvimento e crescimento macro, afinal, a expectativa é que a tecnologia e a busca pela comodidade cresçam cada vez mais e, conseqüentemente, a necessidade energética seguirá o mesmo fluxo. E o que é necessário para gerar energia? Fontes energéticas. E de onde são extraídas essas fontes? Do meio ambiente. Então, o processo energético deve sim ser focado em atender a demanda, entretanto, isso deve ser feito aliado a um bom planejamento, de modo a levar em consideração os aspectos ambientais, traçando caminhos e estratégias capazes de atender a necessidade da sociedade, bem como, proteger e preservar o ambiente de forma simultânea.

Atualmente, as fontes de energia proveniente dos ventos têm ganhado espaço nas matrizes energéticas a nível mundial, a geração eólico-elétrica expandiu-se de forma acelerada ao longo da última década, atingindo a escala de gigawatts (GW).

Porém, para que o aproveitamento desse recurso energético seja efetivo são necessárias boas práticas, principalmente na fase inicial de viabilidade técnica, com um planejamento adequado e com a utilização de técnicas específicas de geoprocessamento, como forma de minimizar ou mitigar os impactos adversos com planos, programas e projetos socioambientais de monitoramento dos parques para

fomentar a viabilidade e o sucesso do projeto. Além disso, é muito importante observar as características da estrutura regional existente (malha viária, distritos, povoados, cidades) pois, serão áreas de influência direta do projeto do parque eólico. E para este último quesito deve-se considerar as ações de geomarketing como aliadas para evidenciar o potencial do local, bem como, realizar uma análise do mesmo.

O Geomarketing é uma robusta ferramenta de marketing usada para determinar estratégias tanto estruturais quanto organizacionais, mas para isso é necessário se utilizar da espacialização dos dados para análise e, assim, poder realizar uma tomada de decisão. Através dessas técnicas é possível identificar de forma eficiente e confiável os locais de maior potencial eólico aliado à proximidade com centros consumidores, avaliando, assim, a distribuição da demanda por energia elétrica, numa determinada região, cidade, estado ou país. O cruzamento dessas informações de mercado com as bases de dados geográficas permite uma fiel análise e visualização dos mapas digitais que revelam o comportamento das variáveis que devem ser estudadas para a instalação de uma usina eólica.

Nesse sentido, o presente trabalho visa identificar regiões com maior potencial para implantação de energia eólica no estado da Bahia. Buscando através de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), e estratégias de geomarketing reunir e analisar os aspectos técnicos, ambientais e socioeconômicos da região e a partir disso verificar os locais com maior viabilidade e potencial para receber a instalação das unidades geradoras desta fonte energética.

Portanto, este estudo mostra que, com o avanço tecnológico para obtenção de dados geográficos, é possível obter informações sobre os recursos naturais necessários a geração de energia de forma limpa e eficiente, como a eólica, além de definir estratégias para suprimento de demandas energéticas, de modo que essa comodidade em captar informações via *software*, contribua para uma decisão mais assertiva e menos custosa, pois, com a ajuda das ferramentas de geoprocessamento, os profissionais serão capazes de analisar e determinar se aquele local tem potencial ou não para receber o tipo de energia renovável aqui mencionada. E o melhor, sem precisar se deslocar até a área de estudo.

2 JUSTIFICATIVA

Acredita-se não existir uma palavra com significado tão amplo, como energia. Tratar de energia, vai muito além de gerar, transmitir, distribuir e comercializar. Energia é tecnologia, é qualidade de vida, é meio ambiente, é desenvolvimento social e econômico, sem falar as várias outras áreas que essa pequena palavra abrange. Assim, estudar, investigar, explorar e expor esse assunto sempre vai ser relevante e além disso, no atual cenário social, econômico e ambiental que o mundo está vivendo, é de extrema importância abordar essa temática.

Logo, trata-se de um estudo abrangente, tendo em vista que leva em consideração aspectos técnicos, ambientais e socioeconômicos. Uma vez que, além de estar visando desbravar novas fontes energéticas e permitir o maior desenvolvimento do local, as condições ambientais também estão sendo consideradas e com a avaliação preliminar da área através de uma ferramenta computacional é possível evitar custos de deslocamento e de mão de obra para verificar as capacidades energéticas do local de estudo.

Além do que foi mencionado, o estudo também apresenta contribuição no mundo científico, pois, será feito o estudo bibliográfico da fonte de energia eólica, bem como, das estratégias de geomarketing utilizando ferramentas de geoprocessamento de forma clara e compreensível, permitindo que os profissionais da área se atentem para a aplicação de uma metodologia através de uma ferramenta eficiente e que ainda é pouco explorada.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Identificar, através de análise espacial e estratégias de geomarketing, regiões da Bahia com maior potencial para implantação de empreendimentos eólicos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para construção do presente trabalho os seguintes objetivos específicos serão estudados:

- Identificar o potencial eólico através da manipulação em ambiente SIG de dados geográficos;
- Analisar a viabilidade técnica de empreendimentos eólicos no estado da Bahia;
- Aliar o conhecimento sobre geomarketing para os estudos de viabilidade socioeconômica de projetos eólicos.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ATUAL CENÁRIO DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL E NA BAHIA

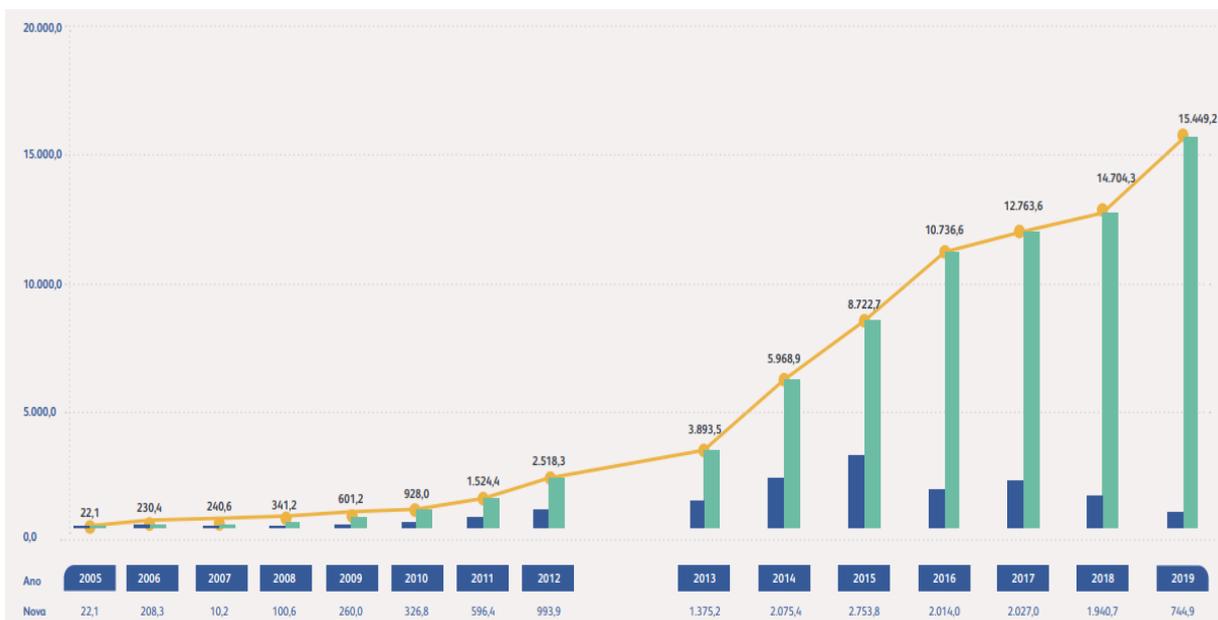
Em função das crises hídricas que o Brasil enfrentou nos últimos anos, o setor elétrico brasileiro passou a ser palco de muitas discussões, de modo que, buscava-se alcançar dois principais objetivos, sendo eles: diversificar a matriz elétrica do país e garantir que isso fosse feito através de fontes limpas e renováveis. Tendo em vista que, de acordo com o estudo de Bohme *et al.* (2016), a geração hidráulica de energia elétrica ocupava 74% da matriz até o ano de 2013, e em paralelo a esse cenário, ocorreu uma grande redução do índice pluviométrico, fazendo com que a escassez hídrica colocasse em risco a geração de energia elétrica no Brasil.

Com isso, passou-se a analisar outras fontes de energia que poderiam ser exploradas no país, e uma das alternativas encontradas foi a geração de energia a partir dos ventos, a chamada, energia eólica. Esta trata-se de uma fonte limpa, renovável e com grande potencial energético para exploração no Brasil.

Outro fator que permitiu a expansão das energias renováveis de forma significativa foi o advento do Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), através da Lei 10.438 de abril de 2002, promovido pelo Ministério de Minas e Energia. O PROINFA inicialmente determinou a instalação de 3,3 GW igualmente divididos entre as Tecnologias de Biomassa, Energia Eólica e Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH's) (SILVA, 2006). Com esta intervenção, novos projetos de energia renovável vêm se expandindo no território nacional, especialmente, na região Nordeste (Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará e Bahia), de modo que, está promovendo também o crescimento da indústria e contribuindo para geração de empregos diretos e indiretos.

A partir disso, houve no país um célere crescimento da capacidade instalada de geração de energia elétrica a partir das usinas eólica. Como se pode ver na Figura 01, o período de maior avanço foi no ano de 2015, que segundo o Boletim Anual de Geração Eólica, publicado pela Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica, 2015), foram instaladas 111 novas usinas, o que representou um crescimento de 46% de potência instalada em relação a dezembro de 2014.

Figura 01 - Evolução da capacidade instalada de energia eólica (MW)

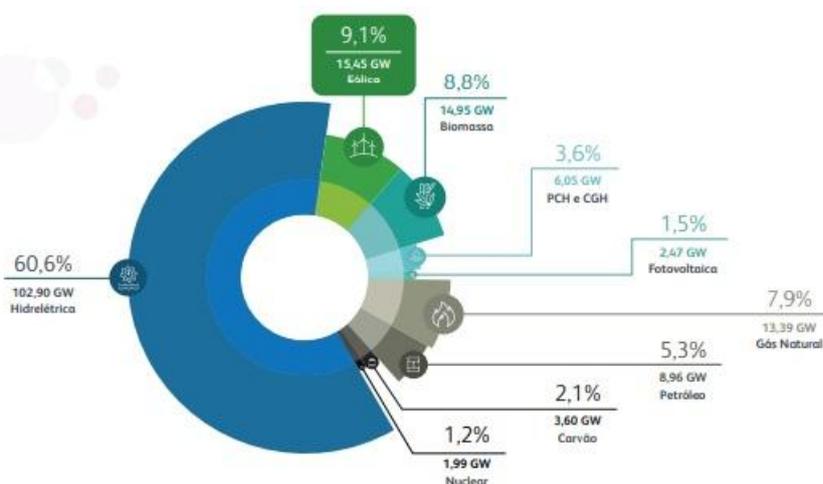


Fonte: ABEEólica, 2019

Atualmente, a energia eólica é a segunda fonte da matriz elétrica brasileira, com mais de 15 GW de capacidade instalada. Além disso, o Brasil encontra-se entre os dez países com maior capacidade instalada e entre os 15 com novas usinas eólicas instaladas (ABEEólica, 2019).

Corroborando o que foi apresentado, a Figura 02 traz a comparação da matriz energética brasileira entre os anos de 2018 e 2019 e com isso, é possível verificar o crescimento da parcela ocupada pela energia eólica (BEN, 2020).

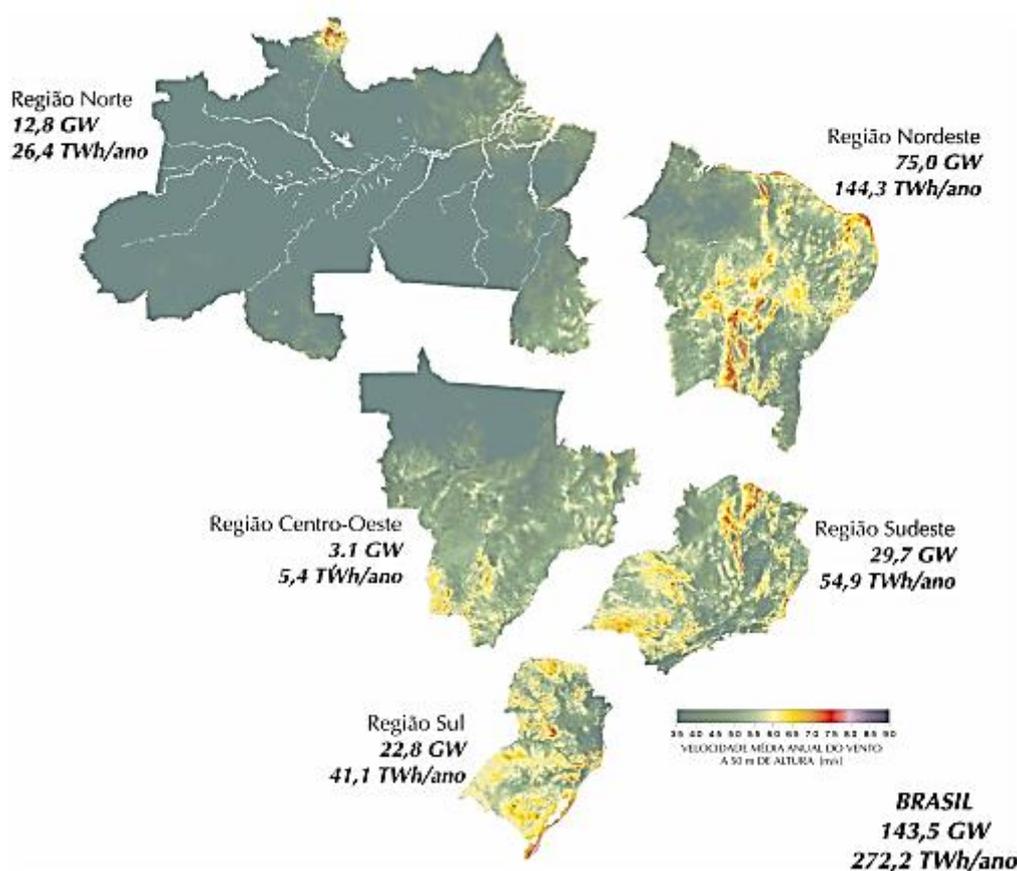
Figura 02 - Matriz elétrica brasileira



Fonte: ABEEólica, 2019

De acordo com a Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (ABRACEEL), no Brasil, a região Nordeste é responsável pela maior parte da produção de energia eólica do país, sendo que, o estado que lidera o *ranking* da geração nessa região é o da Bahia (RIBEIRO; GOMES, 2019).

Figura 03 - Potencial eólico para vento médio anual igual ou superior a 7,0 m/s



Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2001

De acordo com o Informe de Energia Eólica da SDE, a Bahia liderou nacionalmente, com 32,4%, a geração de energia eólica no primeiro semestre de 2020. No mesmo período, a fonte produzida pelos ventos foi responsável por 48,2% da matriz de geração do estado. Os 172 parques em operação, espalhados por 20 municípios, têm 4,2 Gigawatts (GW) de capacidade instalada (BAHIA, 2020).

Esse crescimento na produção de energia eólica no estado da Bahia se deve, sobretudo, as condições geográficas favoráveis, pois, trata-se de uma região com

velocidade média dos ventos na casa dos 10m/s, com boas condições para torres com altura a partir dos 50m (SANTOS, 2014).

A Bahia apresentou os melhores aproveitamentos do vento para a geração de energia do país no período. Os ventos baianos têm velocidade superior a necessária para a geração de energia, é unidirecional e constante. A região onde os parques estão instalados possui fatores de capacidade superior a 50% e atinge picos de 85% em meses mais produtivos (BAHIA, 2019).

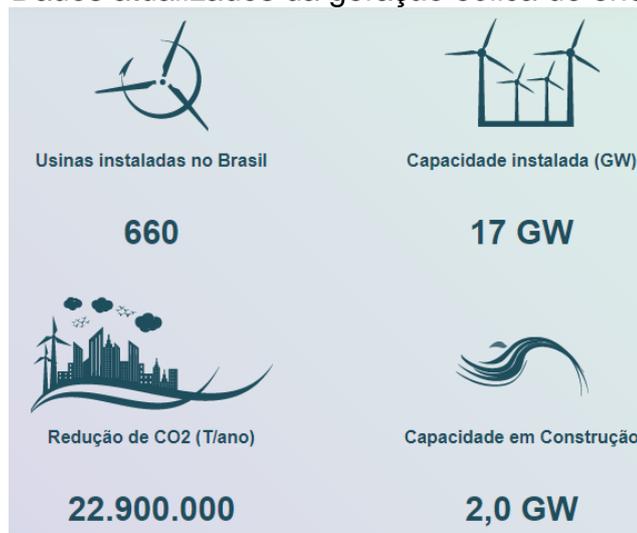
Isso tem feito com que muitas empresas, inclusive estrangeiras, se interessem em explorar essa fonte no estado da Bahia, contribuindo assim, para o desenvolvimento socioeconômico do estado (BAHIA, 2020), através da geração de emprego, bem como, para o meio ambiente e economia, via redução da emissão de gases poluentes, e custos com geração, transmissão e distribuição de energia, tendo em vista que, as hidrelétricas, fonte que ainda é predominante na matriz elétrica brasileira, se encontram muito distantes dos centros de carga.

Assim, observa-se que são muitos e diversos os benefícios que a energia eólica proporciona, dentre elas destaca-se, a não emissão de gases poluentes e resíduos evitando assim o efeito estufa; o baixo custo da geração; ser um meio de proporcionar renda para a região, tanto pela oportunidade de emprego na construção dos parques eólicos, quanto no arrendamento das terras que são usadas para instalação dos mesmos, entre outros.

O exposto é corroborado por Kafruni (2020), que observou em seu estudo que os municípios que possuem parques eólicos apresentaram crescimento de 20,19% para o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e 21,15% para o Produto Interno Bruto (PIB). Assim, a autora diz que: “este é um resultado que mostra que não há dúvidas: a energia eólica chega e seus efeitos positivos multiplicadores impactam nos indicadores do município”.

Entre as inúmeras vantagens que esse novo modelo de geração trouxe e traz, deve-se atentar, especialmente, para a redução da emissão de gás carbônico para atmosfera, que segundo a ABEEólica há, por ano, a redução de 22.900 toneladas de CO₂ (Figura 04).

Figura 04 - Dados atualizados da geração eólica de energia elétrica



Fonte: ABEEólica, 2021

Diante disso, os desafios como os ruídos provocados pelas turbinas e o difícil controle dessa energia na geração, se tornam insignificantes, não comprometendo o avanço da mesma e os consequentes benefícios que a sua inserção no sistema energético brasileiro traz para o desenvolvimento energético e econômico do país.

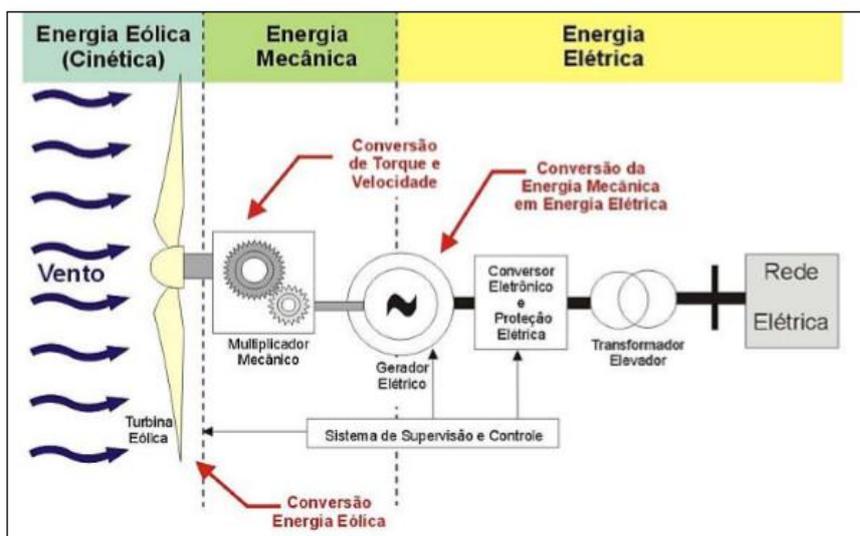
A partir disso, o tópico a seguir visa apresentar como se dá o processo de geração de energia elétrica a partir dos ventos.

4.2 GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

O processo de conversão da energia dos ventos em energia elétrica consiste, basicamente, em três etapas (Figura 05). Começando pela energia cinética das massas de ar, que ao encontrarem as pás da torre eólica, promove a rotação das mesmas e faz surgir a energia mecânica. Com isso, uma potência mecânica fica disponível no eixo da turbina, sendo capaz de promover a rotação no eixo do aerogerador, dessa forma, tem-se como resultado a velocidade e o torque mecânico no eixo. Sendo assim, estes são os elementos necessários para o acionamento do gerador elétrico, e, conseqüentemente, a geração da energia elétrica a partir dos ventos.

A Figura 05 exemplifica o exposto e também apresenta o processo final, que refere-se ao aumento da tensão gerada por um transformador e a conexão deste à rede elétrica.

Figura 05 - Geração de energia elétrica a partir do vento

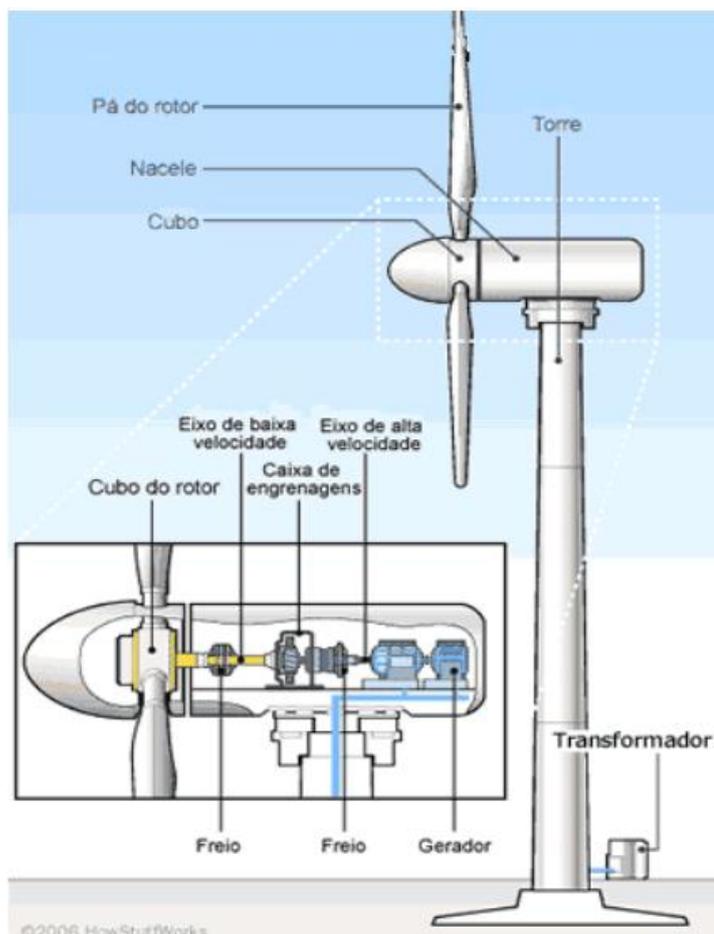


Fonte: Pavinatto, 2005

A geração de energia elétrica proveniente dos ventos pode ser empregada de diferentes maneiras, seja através de um sistema isolado, interligado à rede elétrica ou híbrido. O primeiro refere-se a sistemas de pequeno porte utilizados para abastecer áreas rurais ou residências. Já o sistema interligado é composto por grandes parques eólicos cuja geração é entregue à rede elétrica. E os sistemas híbridos apresentam mais de uma fonte para a geração de energia elétrica como, por exemplo, turbinas eólicas e módulos fotovoltaicos associados (PAVINATTO, 2005).

Entretanto, independentemente da maneira como será realizada a geração da energia, no caso da energia eólica são empregados, basicamente, três componentes para converter a energia dos ventos em elétrica, sendo eles: pás, nacelle, e uma torre para sustentação, os quais estão ilustrados na Figura 06 abaixo.

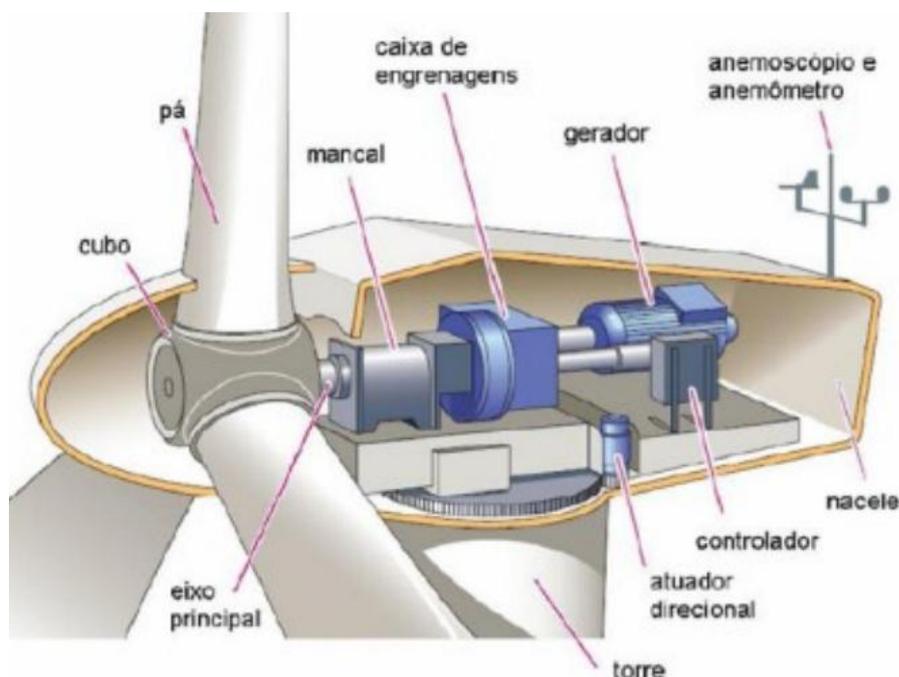
Figura 06 - Elementos da turbina eólica



Fonte: Lopes, 2016

A nacela ou também conhecida como aerogerador, pode ser considerada a parte principal da torre eólica, tendo em vista que a mesma reúne os equipamentos necessários para a conversão da energia dos ventos em energia elétrica, como se pode ver na Figura 07 a seguir.

Figura 07 - Nacele



Fonte: Lopes, 2016

As turbinas podem ser classificadas em relação a diversos parâmetros, seja pela posição do rotor (horizontal ou vertical), número de pás, força aerodinâmica utilizada para rotação das pás (de arrasto ou de sustentação), controle da extração de potência (estol ou de passo) ou pelo tipo de velocidade (fixa ou variável).

Observa-se assim, que o processo de geração de energia elétrica a partir do vento é relativamente simples, sendo preciso apenas de uma área ambientalmente liberada, no caso da construção de parques eólicos, e que haja incidência satisfatória de vento. A seguir será apresentado os procedimentos necessários para que o local tenha potencial favorável à construção de uma usina eólica.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA USINA EÓLICA

Bohme *et al.* (2016), apresentam em seu estudo que as principais etapas para o desenvolvimento de um projeto de um parque eólica são: análise preliminar de viabilidade, prospecção, medição do recurso, engenharia e certificação, sintetizando o exposto, as etapas podem ser resumidas em três aspectos a serem analisados, sendo eles: técnicos, econômicos e ambientais. Quanto a etapa da engenharia, os autores ressaltam sobre a importância e necessidade da elaboração de um projeto

básico de engenharia, que, segundo a Lei 8.666/1993, consiste em um conjunto de elementos dispostos de forma precisa e adequada capazes de caracterizar a obra e garantir que as condições técnicas e ambientais previamente estudadas estejam em conformidade com o que se pretende construir.

Quanto aos aspectos técnicos, após a definição do local, ressalta-se, sobretudo, a análise do potencial eólico do mesmo, isto é, características e condições da região, a fim de determinar a velocidade dos ventos, topologia da região e assim, ser possível discernir em relação a qual tipo e quantos aerogeradores serão precisos para gerar a potência desejada, bem como, definir também altura das torres e como elas ficarão posicionadas, além do modelo de pá que será usado para obter a melhor captação do vento (BOHME *et al.*, 2016).

Os dados sobre a velocidade do vento costumam ser obtidos a partir do modelo mesoescala, ou seja, processo de modelagem numérica utilizado para estudar a previsibilidade climática de determinada região, e que permite entender o comportamento do vento. Através dele torna-se possível mapear as áreas que possuem o vento mais forte e direcionar o desenvolvimento dos projetos para elas (BOHME *et al.*, 2016).

Com isso, tem-se o esqueleto básico e necessário para conceituar e iniciar o desenvolvimento físico do parque eólico, o qual é composto por aerogeradores, condutores de eletricidade, subestação de energia e outras instalações que tornam possível a produção de energia a partir do vento, além disso, os parques eólicos podem ser situados em terra (*onshore*) ou no mar (*offshore*) (BOHME *et al.*, 2016).

Feito isso, parte-se para a análise dos fatores sociais e ambientais, para isso, deve-se levar em consideração se a área onde se deseja realizar a instalação das torres é área de preservação ambiental ou não, se há moradores próximos que possam ser incomodados com os ruídos provenientes do funcionamento das turbinas, bem como, a facilidade de acesso para levar os equipamentos e materiais, a possibilidade de alojamento para os operários que trabalharão na construção, e também, para oferecer manutenção à usina (SANTOS; SANTIAGO; GONZÁLEZ, 2015).

Em relação aos aspectos econômicos, deve-se considerar se a área é capaz de receber a instalação de uma usina eólica, pois, sendo um local de difícil acesso, torna-se economicamente inviável o transporte dos equipamentos, a fiscalização e

manutenção do parque. Portanto, mesmo diante dos fatores técnicos e socioambientais favoráveis, é preciso verificar a viabilidade econômica.

Nesse sentido, Santos, Santiago e González (2015) elenca alguns indicadores utilizados para determinar o desempenho de um parque eólico, sendo eles: *output* de energia esperado, fator de capacidade, velocidade média e regime dos ventos, *payback* descontado e taxa interna de retorno. Segundo os autores, o *output* de energia esperado representa a produção total de energia, sendo fundamental para determinação tanto da viabilidade econômica quanto técnica, pois irá influenciar fortemente na definição dos tipos e posições dos equipamentos. A análise desse indicador é feita com auxílio de *software* de simulação.

Quanto ao Fator de Capacidade (FC), Bohme *et al.* (2016) diz que é a relação entre a energia gerada pela usina pela energia gerada em determinado intervalo de tempo, e que, através dele é possível conhecer a produtividade do parque, além de ter clareza sobre a energia que se espera gerar, bem como, o custo do projeto com base na energia gerada.

O indicador de velocidade e regime dos ventos é o básico e fundamental para o sucesso do empreendimento eólico, primeiro porque, a potência eólica disponível é diretamente proporcional ao cubo da velocidade do vento, como é possível observar na Equação 01 abaixo, a qual apresenta os elementos que compõem o cálculo da potência eólica que estará disponível no parque. E segundo porque, a partir do regime do vento, isto é, da direção em que há maior incidência de vento, obtêm-se uma maior produtividade e então, é para essa direção que as turbinas devem ser posicionadas (SANTOS; SANTIAGO; GONZÁLEZ, 2015).

$$P = 12\rho Av^3 \quad (01)$$

Onde:

P = potência disponível no vento (Watts)

ρ = densidade do vento (Kg/m³)

A = área do rotor da turbina (m²)

v = velocidade do vento (m/s)

E os últimos indicadores, *payback* descontado e Taxa Interna de Retorno (TIR) referem-se a análise da viabilidade econômica, e representam a variação do

dinheiro ao longo do tempo, de modo que, o primeiro diz sobre o tempo de retorno do investimento e o segundo, quantos por cento o projeto é viável e apresenta uma taxa superior aos juros de um financiamento, por exemplo (SANTOS; SANTIAGO; GONZÁLEZ, 2015).

A partir do exposto, verifica-se que a análise preliminar de viabilidade é imprescindível para a implantação de parques eólicos, pois a partir dela é possível definir se a mesma tem ou não potencial para geração de energia elétrica a partir do vento e se, é economicamente, ambientalmente e socialmente viável. Para auxiliar nesse processo, contribuindo inclusive para a redução de gastos com deslocamento para diversas regiões, ultimamente tem-se utilizado os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), sendo complementado nesse estudo com técnicas de geomarketing. O tópico a seguir irá tratar desse tema com mais detalhes.

4.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E O GEOMARKETING

Em vista do que foi apresentado no capítulo anterior, ficou claro que a definição um local para instalação de um parque eólico leva em consideração diversos critérios, e esses muitas vezes se chocam e se tornam conflitantes, dificultando assim, a tomada de decisão. De acordo com Montezano (2012), esses problemas que envolvem múltiplos critérios para tomada de decisão, são chamados de problemas de decisão espacial, e que pode ser resolvido com base nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Os Sistemas de Informação Geográfica “possuem a capacidade de visualizar, manipular e simular diferentes cenários, restrições físicas, econômicas e ambientais” (MONTEZANO, 2012, p. 75) e com isso, permitem o tratamento e obtenção de informações espaciais que são úteis para resolver diversos problemas que envolvem localização (AMORIN; NUNES, 2006). Montezano (2012, p. 75-76) completa que, esses sistemas “podem desempenhar um papel fundamental como uma ferramenta de suporte a decisão para localização ótima de parques eólicos, na medida em que permitem reunir e analisar dados de diferentes fontes”.

A perspectiva de expansão da geração eólica no Brasil deverá ser inevitavelmente acompanhada por restrições de planejamento, restrições ambientais e conflitos, que serão consequência principalmente do processo de localização de sítio adequados à implantação de parques eólicos, dada à experiência internacional

observada pelos estudos de EWEA (2009) e BABAN e PARRY (2001). Esses parques, além de serem economicamente viáveis, devem ter um impacto insignificante no ambiente local em termos de intrusão visual e acústica, interferência eletromagnética e habitat selvagem (MONTEZANO, 2012).

Ainda de acordo com Montezano (2012), a fim de conciliar os interesses nacionais de expansão da energia eólica com a integração regional e local de parques eólicos e evitar possíveis conflitos, todos os fatores relevantes devem ser levados em consideração. Nesse contexto, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possuem a capacidade de manipular e simular as restrições físicas, econômicas e ambientais. Através do uso do SIG, a informação disponível se torna mais acessível, e a informação antiga é colocada em um novo contexto.

O uso de uma abordagem geográfica faz todo o sentido nessa situação, tendo em vista que, a geografia está inteiramente ligada a relação do homem (sujeito) com o espaço geográfico (objeto), e como foi possível observar, a instalação e operação de um parque eólico é um exemplo prático da relação entre esses, assim, nada melhor do que fundamentar os estudos em bases que abordem e exponham essa relação (MELLO, 2014).

Há essa abordagem geográfica Mello (2014) dá o nome de “abordagem geossistêmica”, pois considera está como sendo parte da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), a qual foi proposta com o objetivo de propor uma visão mais ampla dos fatores que envolvem os fenômenos biológicos.

O geomarketing é uma área de estudo que envolve informática, cartografia, estatística, e por isso, pode ser definido como um sistema integrado que combina dados e gera informações extremamente úteis (CARDOSO, 2011). Essa técnica busca encontrar o melhor local, área ou conjunto de opções, levando em consideração fatores predefinidos, que variam entre: menor custo, maior infraestrutura, menor tempo e esforço, entre outros (AMORIN; NUNES, 2006).

Segundo Cardoso (2011, p. 01), “o geomarketing é uma abordagem ao marketing que por sua vez permite analisar as variáveis relevantes através da visualização desses dados em mapas geográficos”. O autor supracitado, ao citar Grether (1983), conceitua geomarketing como sendo uma “aplicação específica da economia espacial”.

O geomarketing se apresenta como uma ferramenta muito vantajosa, sobretudo, porque permite que a empresa tenha uma visão ampla, clara, racional e

científica do projeto que está a ser elaborado, isto é, permite que a empresa conte com um anteprojeto que proporciona uma visualização fiel do que se pretende desenvolver (CARDOSO, 2011).

Amorim e Nunes (2006) acrescentam que, desde a década de 90 há estudos sobre geomarketing e são desenvolvidos por diversos tipos de empresas, desde a voltada para o ramo alimentício até empresas de telecomunicações, e chegando, mais recentemente, as empresas que realizam a prospecção de áreas com potencial eólico, de modo que, as estratégias do geomarketing permite determinar os melhores locais para instalação dos parques eólicos.

Nesse sentido, Cardoso (2011) diz que, desde que seja utilizado da forma correta, com responsabilidade e coerência, as ferramentas do geomarketing são capazes de resolver diversos problemas dos mais variados setores. E acrescenta, que, esse procedimento de análise de dados, tem se revelado um importante mecanismo para aumentar a concorrência no setor elétrico.

A seguir, no capítulo 5, será apresentado como a metodologia empregada no presente trabalho, bem como, o uso das técnicas de geomarketing para determinar a região da Bahia com maior potencial eólico.

5 METODOLOGIA

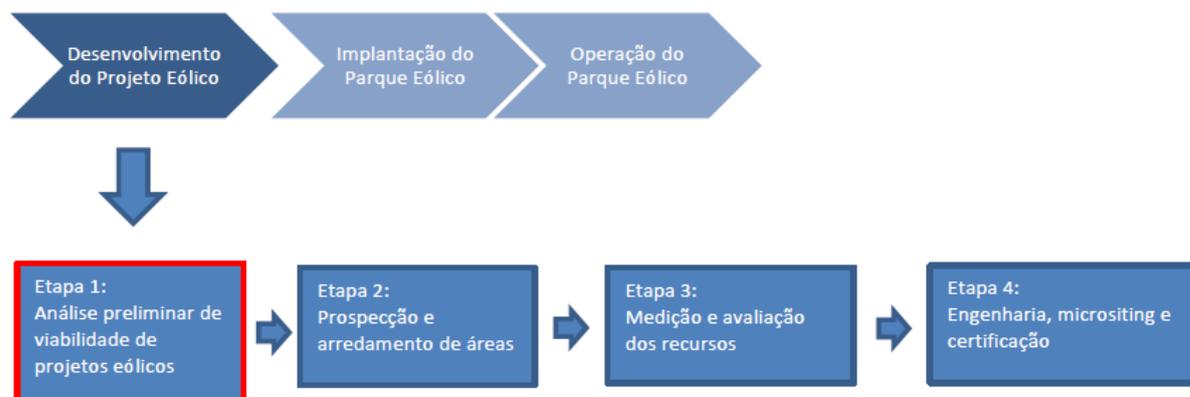
Visando alcançar o objetivo estabelecido no presente trabalho, será desenvolvida uma metodologia que quanto aos objetivos se classifica como exploratória e descritiva, de modo que será realizado uma pesquisa bibliográfica, para obter maior aprofundamento sobre os assuntos que compõem o tema, e acompanhado a esse procedimento técnico será desenvolvido um estudo de caso, o qual visa descrever as características do local de estudo. Para tanto, a pesquisa terá abordagem qualitativa, na qual não se tem interesse em apresentar análise de dados numéricos, mas sim, investigar o caso escolhido e descrevê-lo de forma completa (COSTA, 2013).

Para o desenvolvimento da pesquisa será seguido os passos abaixo:

- Analisar questões que envolvem os aspectos técnicos de implantação de usinas eólicas;
- Construir mapas do potencial eólico na Bahia;
- Definir regiões com maior potencial eólico de regiões inexploradas da Bahia;
- Definir regiões com maior viabilidade logística;
- Definir regiões com maior viabilidade técnico-ambiental;
- Cruzar os dados acima e identificar as áreas que possuem potencial para a implantação da fonte energética através da correlação espacial.

Os projetos eólicos podem ser divididos em dois ciclos: Desenvolvimento e Implantação até chegar a Operacionalização. O ciclo de desenvolvimento é o que possui a maior duração e é onde existem muitas incertezas. No esquema apresentado na Figura 08 abaixo é possível identificar as etapas, as quais são fundamentais para viabilizar o projeto e fazer com que sua operação seja confiável e eficiente.

Figura 08 - Ciclos e etapas do desenvolvimento do projeto eólico



Fonte: Adaptado de Bohme *et al.*, 2016

A metodologia a ser desenvolvida pelo presente trabalho faz parte da primeira etapa, que é a do desenvolvimento de um projeto eólico, onde é feita a análise técnico-ambiental preliminar, o desenvolvimento eólico se inicia com indicações de locais com ventos mais fortes por meio da análise de atlas eólicos que são disponibilizados pelo governo federal, estadual ou desenvolvidos por empresas privadas especializadas em estudos anemométricos. Esta fase da pesquisa caracteriza-se como a fase de planejamento, que trata da realização de estudos socioambientais para a caracterização dos meios físicos, bióticos e socioeconômico da área de implantação do parque eólico.

Em muitos casos os locais são apontados por consultorias ou até mesmo pela existência de projetos já desenvolvidos em locais próximos, pois atestam o potencial de vento da região. Os atlas eólicos possibilitam uma visão geral das regiões que possuem ventos com maior velocidade, no Brasil o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), publicado em 2001 e concebido para a altura de 50 metros (altura suficiente para as tecnologias dos aerogeradores da época), foi, sem dúvida, um importante marco para o desenvolvimento do setor eólico como um instrumento indicativo fundamental para que se possa pré-avaliar os recursos eólicos para geração de energia elétrica, sua principal finalidade, podendo também ser fonte de consulta para pesquisas acadêmicas e científicas, além de outras possíveis aplicações que utilizem dados dos ventos.

Ao citar Lima Junior (2013), Bohme et al. (2016, p. 4) diz que,

Um dos aspectos principais para mensurar o potencial de um projeto eólico é a velocidade do vento em m/s (metros por segundo). Para que se possa garantir uma geração eólica competitiva é necessário no mínimo 5,0 m/s, no caso de geradores eólicos isolados. No entanto, para complexos eólicos espera-se um vento de ao menos 7,0 m/s (BOHME et al., 2016, p. 4).

Com tais informações é possível identificar as áreas no local que possuem maior potencial e para onde será direcionada a equipe de desenvolvimento do projeto. É importante mencionar que nessa etapa não existe medição de vento. A análise é feita com dados de modelos de mesoescala e informações provenientes de atlas eólicos. O resultado final dessa atividade é o que se chama de poligonal de interesse. Essa poligonal geográfica define as coordenadas da área onde os esforços serão empregados, após a definição da macro área de interesse, deve-se fazer uma pré-análise ambiental. Essa análise ainda sem visita ao campo tem por objetivo identificar se a área de abrangência da poligonal possui algum tipo de restrição ambiental, pois caso seja identificado que existe algum elemento que inviabilize o licenciamento na região, o projeto deverá ser descontinuado.

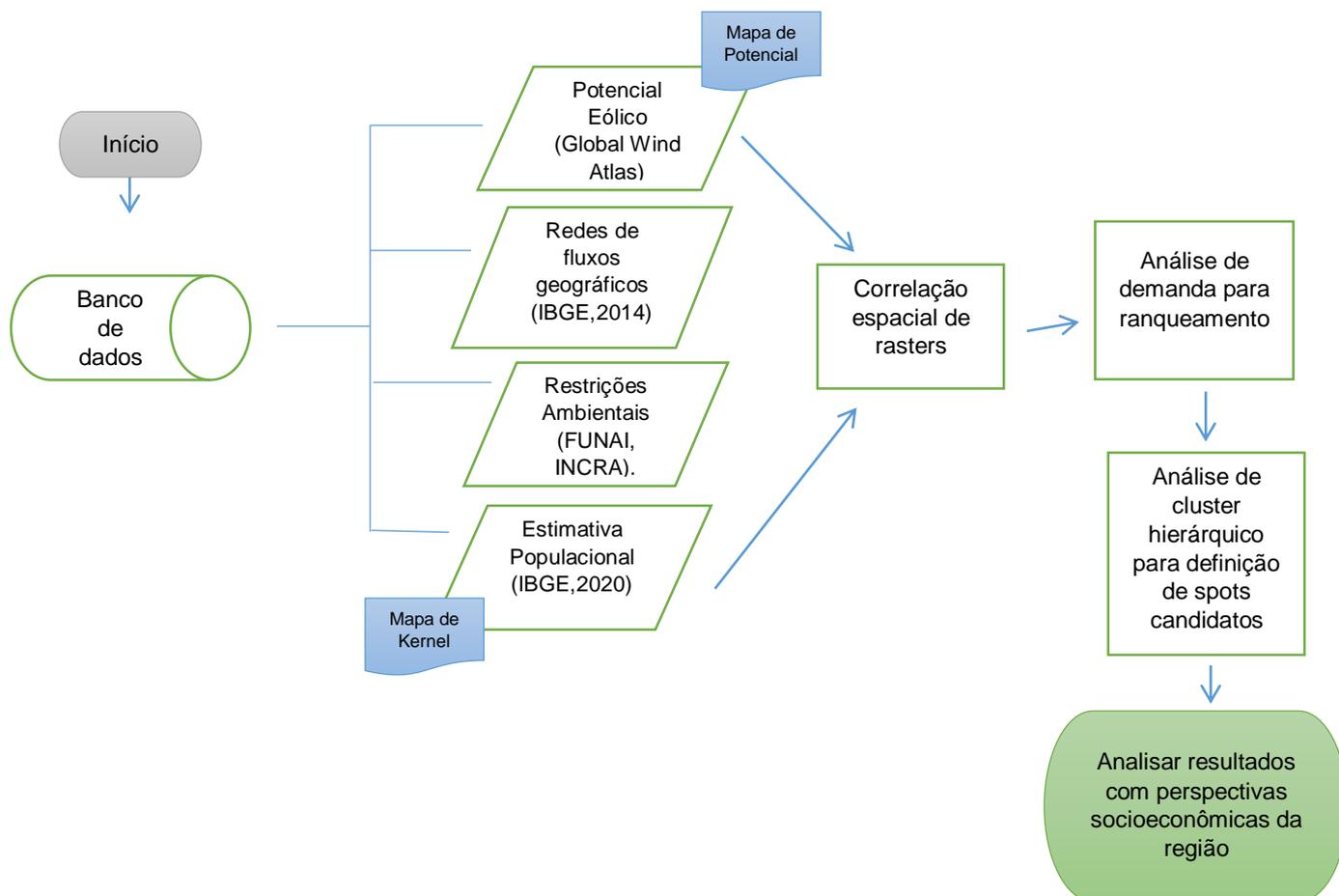
5.1 ETAPAS DA METODOLOGIA SUGERIDA

Primeiramente foi realizada a etapa denominada de Banco de dados, onde foram reunidos os dados necessários para as análises, tais dados referentes ao potencial de ventos, estimativa populacional, restrições ambientais e outros dados de rede de fluxo geográfico.

De posse dos dados, iniciou-se a Geração dos mapas, de modo que, primeiro foi gerado o mapa de potencial eólico do estado da Bahia, o mapa de fluxos logísticos e mapa de viabilidade técnico-ambiental, logo após definida uma região de interesse, foi elaborado o mapa de densidade demográfica utilizando a estimativa populacional disponibilizada pelo IBGE no ano de 2020.

Na sequência, fez-se a Correlação de rasters, isto é, a correlação entre mapas, através de programa SIG, com intuito de identificar as áreas potenciais cruzando diferentes informações de potencial eólico e demanda energética. A partir disso, foi definido o fluxograma, apresentado na Figura 09 abaixo, como uma sugestão de metodologia para análise de viabilidade de projetos eólicos considerando todos os aspectos acima mencionados.

Figura 09 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Da autora, 2021

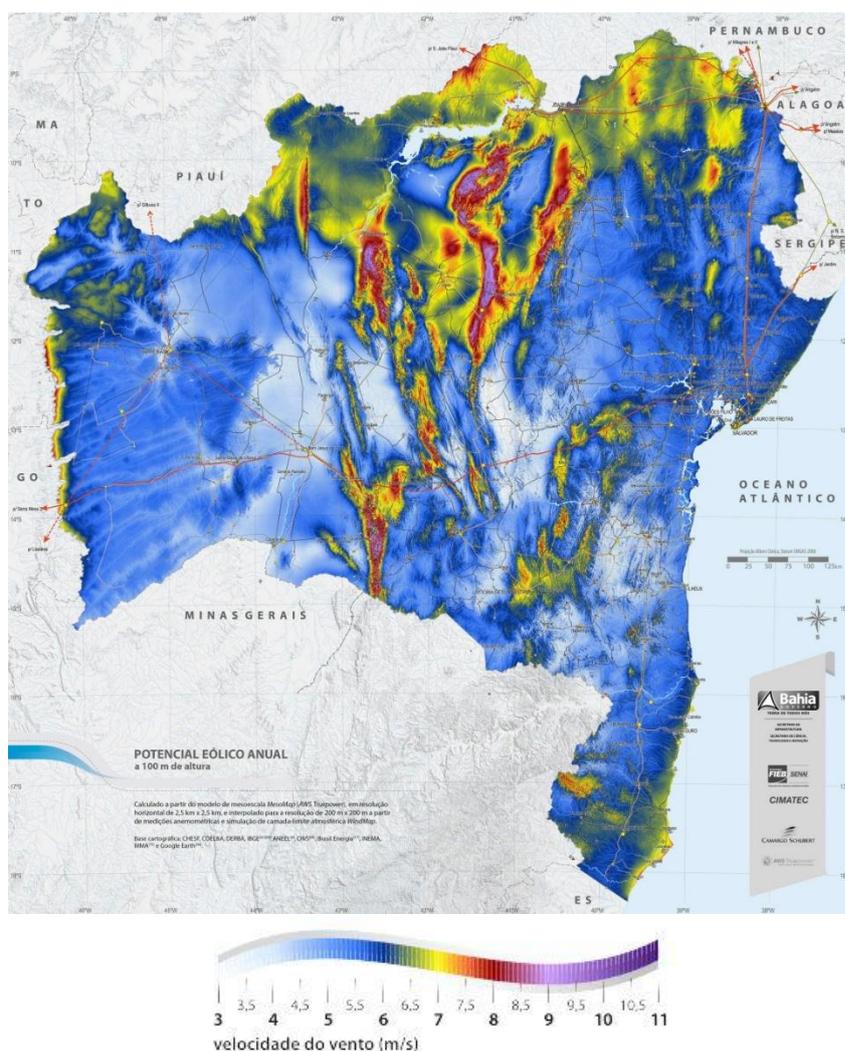
6 RESULTADOS

6.1 ÁREA DE ESTUDO

6.1.1 Estado da Bahia

Segundo a CEPEL e a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA), a Bahia apresenta uma concentração em torno de 15% do potencial eólico do Brasil, tem os melhores sítios eólicos e os ventos possuem velocidade média de 10 m/s. Há também condições sazonais privilegiadas para a geração de energia eólica e boas condições de vento a partir dos 50m de altura. O mapa da Figura 10 reforça o que foi apresentado.

Figura 10 - Mapa do Potencial Eólico da Bahia



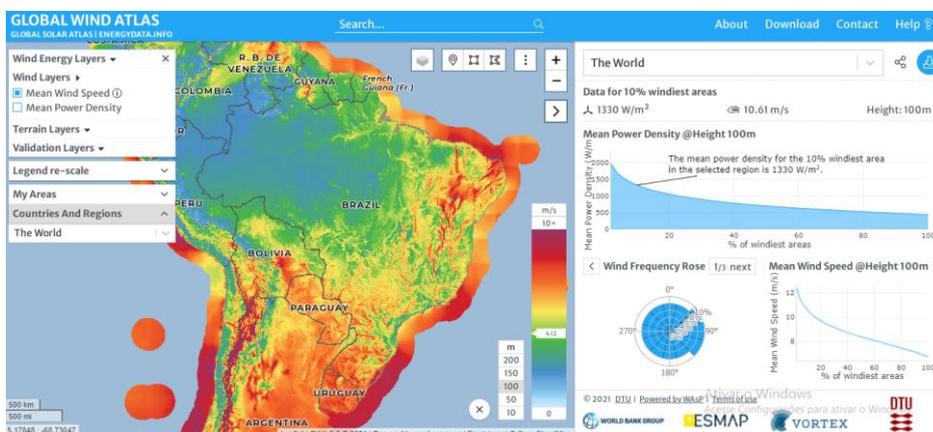
Fonte: Camargo-Schubert *et al.*, 2013

O parâmetro central de uma previsão de rentabilidade sólida para um local de projeto potencial é o conhecimento preciso das condições do vento e, conseqüentemente, da irradiação solar.

Diante desse cenário promissor, a busca por regiões com alto potencial para implantação, geração e distribuição de atividades ligadas ao setor eólico se torna uma das grandes demandas dentro da perspectiva atual, porém ainda há grandes entraves aos empreendedores, sobretudo, pela burocracia em licenciar empreendimentos deste segmento em determinadas regiões, bem como, a fragilidade ambiental de algumas áreas especuladas, o desconhecimento de alternativas técnicas e locacionais que busquem identificar as melhores áreas para a indústria dos ventos, são fatores que ainda dificultam muito, principalmente, em regiões extensas como o estado da Bahia. Além disso há uma grande dificuldade em obter dados geoespaciais do potencial eólico brasileiro, dificultando o avanço dos estudos.

Devido a essa falta de informação, foram coletados dados internacionais do *site* Global Wind Atlas, um ambiente SIG, que se constitui como um aplicativo gratuito baseado na *web* e desenvolvido para ajudar os formuladores de políticas, planejadores e investidores a identificar áreas de forte vento para geração de energia eólica em praticamente qualquer lugar do mundo e, em seguida, realizar cálculos preliminares. O Global Wind Atlas facilita consultas *on-line* e fornece conjuntos de dados para *download* gratuito com base nos dados de entrada e metodologias de modelagem mais recentes. A Figura 11 apresenta a *interface* do *site* mencionado.

Figura 11 - Interface do *site* Global Wind Atlas

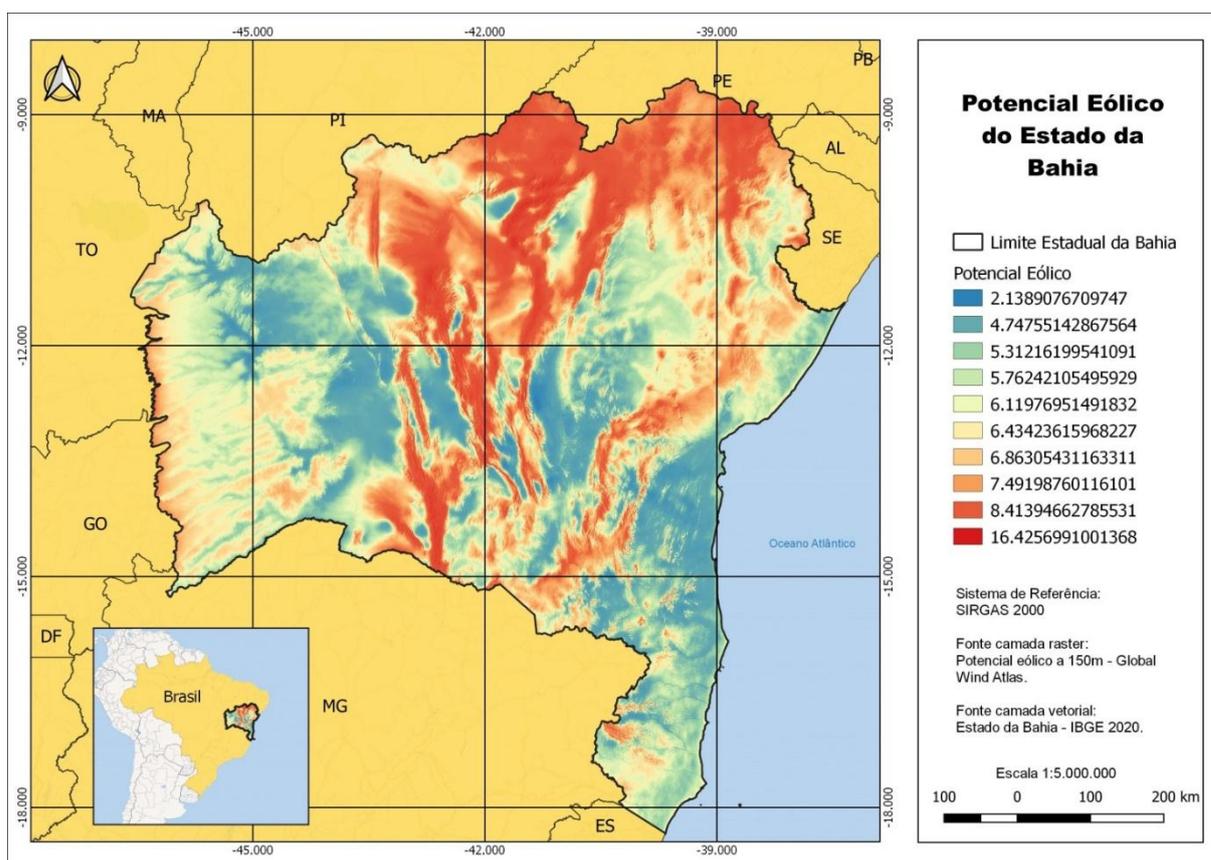


Fonte: Global Wind Atlas, 2021

A versão atual do Global Wind Atlas é o produto de uma parceria entre o Departamento de Energia Eólica da Universidade Técnica da Dinamarca (DTU Wind Energy) e o Grupo do Banco Mundial (consistindo do Banco Mundial e do *International Finance Corporation* (IFC)), sendo parte da iniciativa global da *Energy Sector Management Assistance Program* (ESMAP) de Mapeamento de Recursos de Energia Renovável, que inclui biomassa, pequenas hidrelétricas, energia solar e energia eólica. O projeto baseia-se em um compromisso contínuo da DTU Wind Energy de disseminar dados e ciência sobre recursos eólicos para a comunidade internacional.

O mapa da Figura 12 abaixo é resultado da aquisição e manipulação desses dados, de modo que, foi elaborado a partir do *software* QGIS.

Figura 12 - Mapa do Potencial Eólico da Bahia pelo Global Wind Atlas

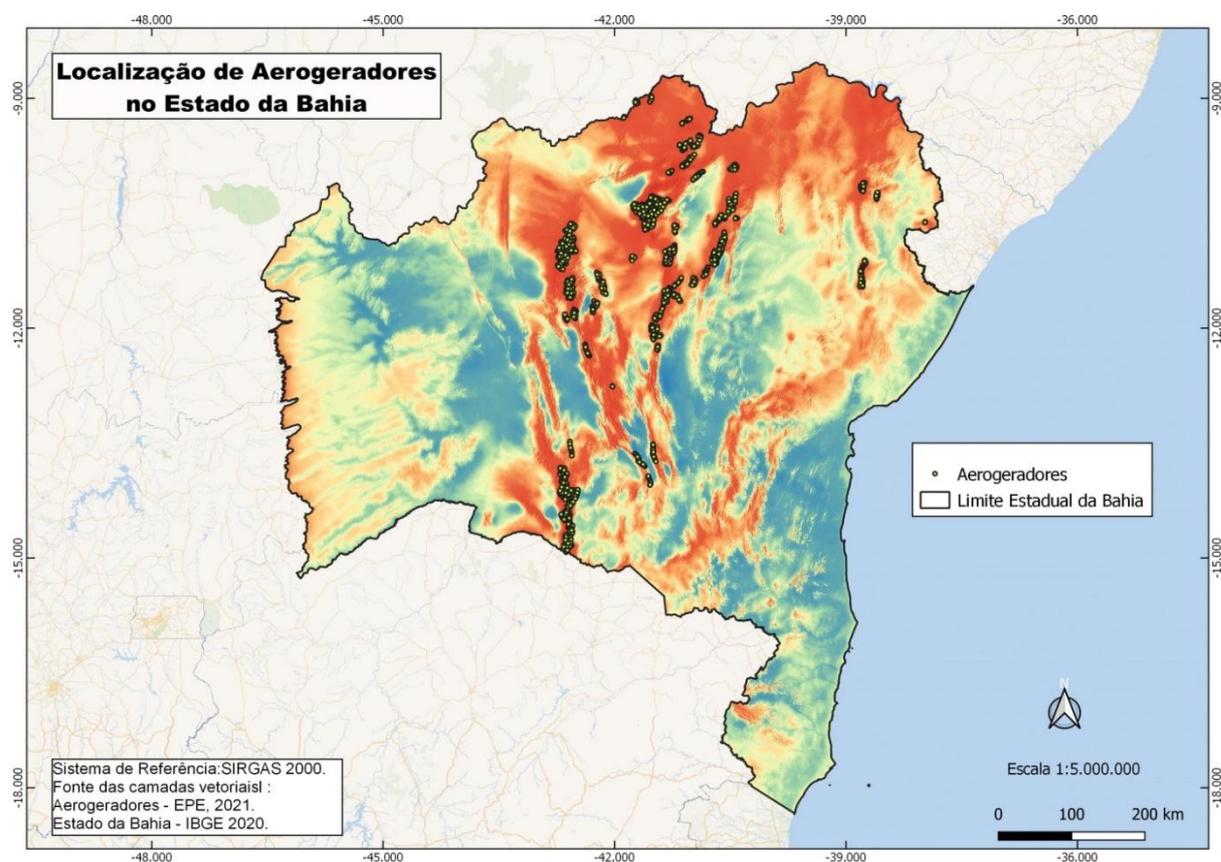


Fonte: Da autora, 2021

De posse dessas informações foram feitas análises das áreas ainda não exploradas no estado da Bahia utilizando a informação de aerogeradores já existentes

disponíveis no *site* da Empresa de Pesquisa Energética¹ (EPE), mais precisamente, através da plataforma WEBMAP EPE, a qual traz mais informações sobre o setor energético brasileiro e as torna mais acessíveis. Trata-se de um ambiente interativo que permite realizar consultas, bem como, imprimir mapas a partir da base de dados georreferenciados que são utilizados nos estudos de planejamento do setor energético nacional.

Figura 13 - Mapa da localização de aerogeradores no estado da Bahia

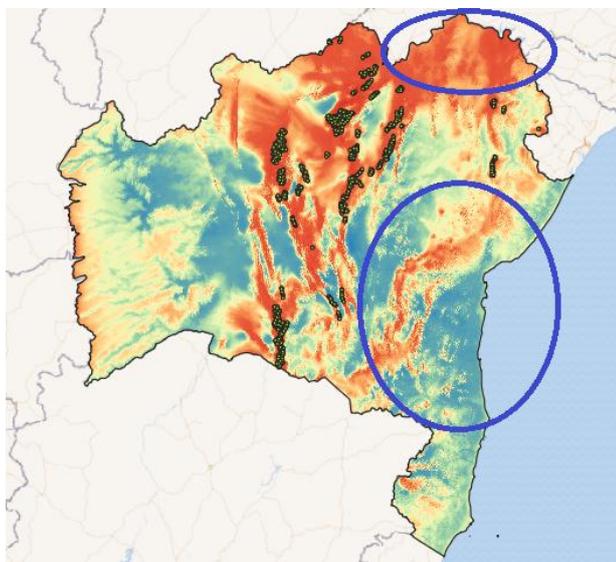


Fonte: Da autora, 2021

A partir da análise do mapa acima é possível identificar algumas áreas, com bastante potencial eólica, que ainda não possuem estes empreendimentos, especialmente as áreas que compreendem a região Norte do estado e algumas outras com potencial em menor concentração na região Centro-Leste. A Figura 14 reproduz o mapa e destaca com círculos azuis as regiões que ainda possuem potencial considerável e ainda não dispõem de parques eólicos.

¹ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/webmap-epe>

Figura 14 - Mapa com as áreas ainda não exploradas no estado da Bahia

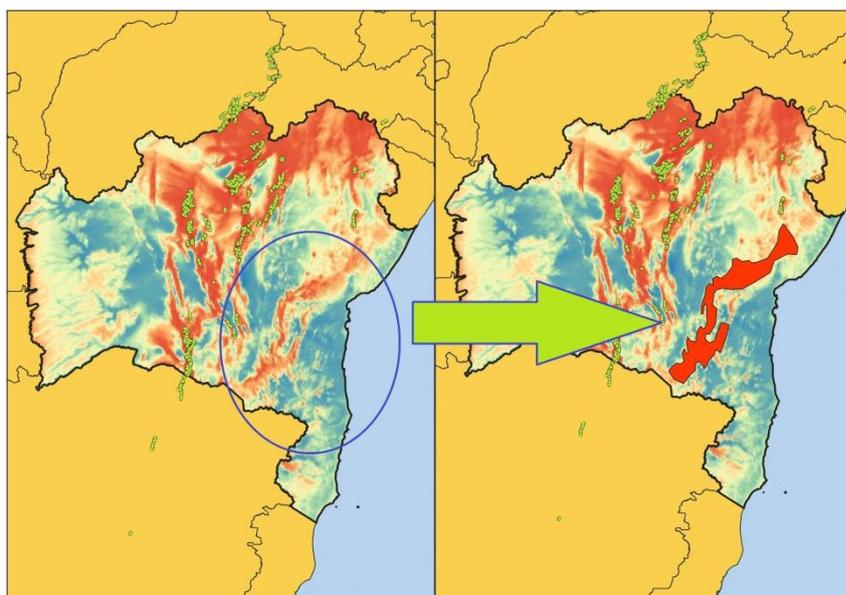
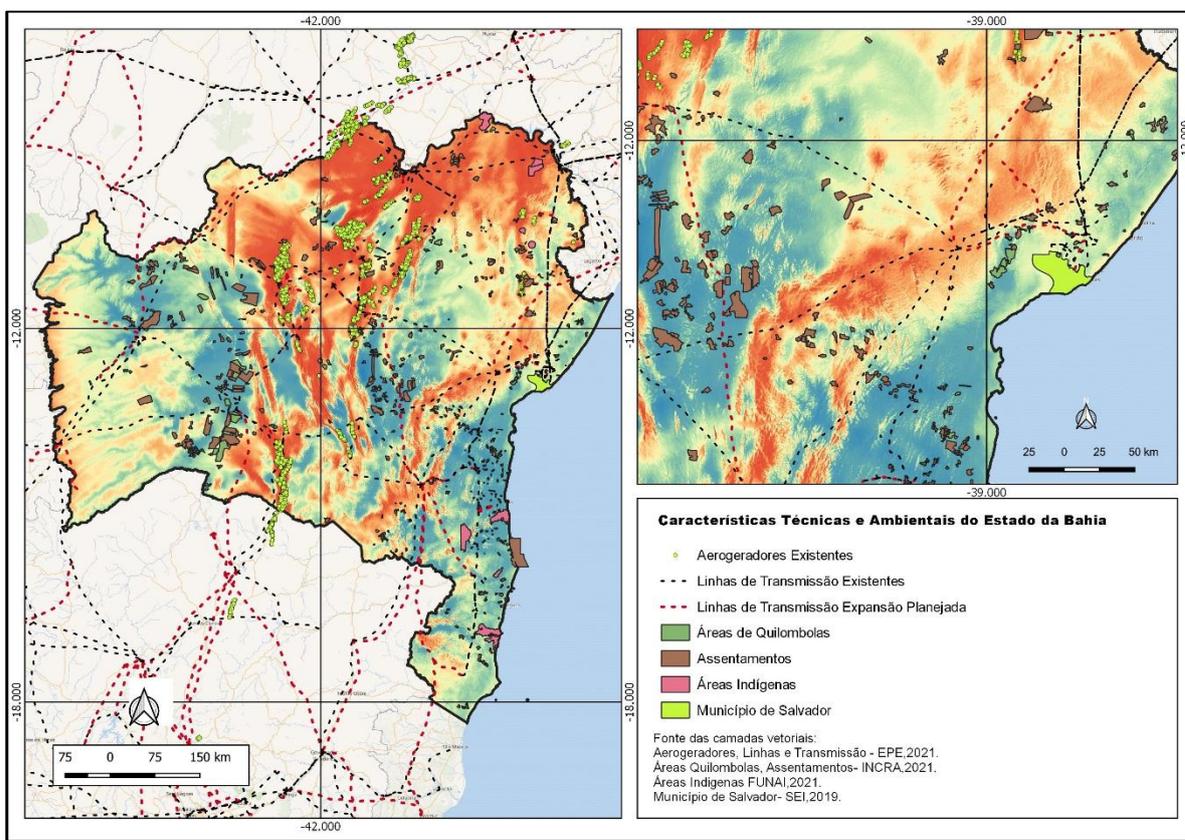


Fonte: Da autora, 2021

Em seguida, buscou-se analisar se as regiões mencionadas apresentavam alguma restrição ambiental. E como se pode observar na Figura 15, a região Norte apresenta áreas indígenas, o que torna este um empecilho para a implantação de um parque eólico, sobretudo porque, de acordo com a Constituição Federal do Brasil (CFB) de 1988 prevê a garantia dos direitos indígenas, no § 3º do Art. 231, onde está estabelecido que o aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas.

Entretanto, este fator não descarta a possível viabilidade de se implantar empreendimentos eólicos nesta área, pois devido ao alto potencial, é uma área que deve ser analisada mais a fundo. Contudo, isto demandaria mais tempo, uma vez que requer análises mais criteriosas. Assim, optou-se por analisar e explorar a região do Centro-Leste do estado (Figura 15), nessa região próxima à capital Salvador, já se destaca uma vantagem que é a existência de variadas linhas de transmissão de energia já implantadas e planejadas na localidade.

Figura 15 – Mapa de Viabilidade Técnico-Ambiental



Fonte: Da autora, 2021

De posse do polígono vetorizado da área de interesse, passou-se a aplicar outros critérios, a fim de limitar e reduzir ainda mais a região de estudo, conforme

maior potencial socioeconômico, já aliando assim, as estratégias de geomarketing. Para isso foi utilizado algumas regiões conceituadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

6.1.2 Regiões Geográficas Imediatas

Segundo o IBGE (2018) o recorte das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias de 2017 incorpora as mudanças ocorridas no Brasil ao longo das últimas três décadas. O processo sócio espacial recente de fragmentação/articulação do território brasileiro, em seus mais variados formatos, pode ser visualizado em vários estudos desenvolvidos no IBGE. O recurso metodológico utilizado na elaboração da presente Divisão Regional do Brasil valeu-se dos diferentes modelos territoriais oriundos de estudos pretéritos, articulando-os e interpretando a diversidade resultante. A região torna-se, por meio dessa opção, uma construção do conhecimento geográfico, delineada pela dinâmica dos processos de transformação ocorridos recentemente e operacionalizada a partir de elementos concretos (rede urbana, classificação hierárquica dos centros urbanos, detecção dos fluxos de gestão, entre outros), capazes de distinguir espaços regionais em escalas adequadas.

As Regiões Geográficas Imediatas têm na rede urbana o seu principal elemento de referência. Essas regiões são estruturas a partir de centros urbanos próximos para a satisfação das necessidades imediatas das populações, tais como: compras de bens de consumo duráveis e não duráveis; busca de trabalho; procura por serviços de saúde e educação; e prestação de serviços públicos, como postos de atendimento do Instituto Nacional do Seguro Social - INSS, do Ministério do Trabalho e de serviços judiciários, entre outros.

Por este motivo o interesse em escolher uma região imediata encaixa-se perfeitamente em um dos principais interesses da pesquisa, que é o geomarketing. No mapa da Figura 16 a seguir é possível identificar a região escolhida, que é denominada como Região Imediata de Jequié.

6.1.2.1 Região Geográfica Imediata de Jequié

A Região Geográfica Imediata de Jequié é uma das 34 regiões imediatas do estado da Bahia, uma das 05 regiões imediatas que compõem a Região Geográfica

Intermediária de Vitória da Conquista e uma das 509 regiões imediatas do Brasil, criadas pelo IBGE em 2017.

A região imediata de Jequié foi escolhida por abranger uma parte das regiões ainda não exploradas que contém algumas áreas destacáveis no mapa de potencial do estado da Bahia, reproduzido na Figura 17, onde pode-se perceber isto através da intensidade do tom de vermelho que se apresenta um pouco mais acentuado que nas outras regiões adjacentes, esse aspecto mostra que o potencial nessa região tem chances de ser mais elevado.

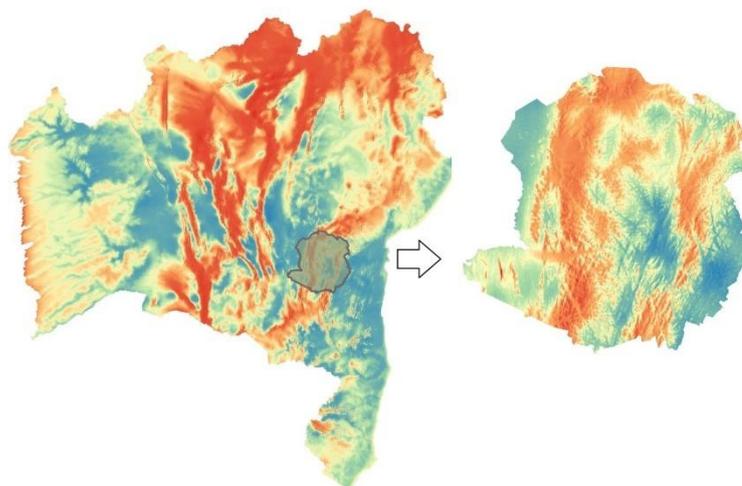
A região em questão é composta por 16 municípios, sendo eles: Planaltino, Irajuba, Santa Inês, Cravolândia, Itaquara, Lajedo do Tabocal, Lafayette Coutinho, Jaguaquara, Apuarema, Jequié, Jitaúna, Itiruçu, Aiquara, Manoel Vitorino, Itagi e Maracás. O mapa da Figura 18 ilustra os municípios que compõem a região imediata de Jequié.

Figura 16 - Região imediata de Jequié



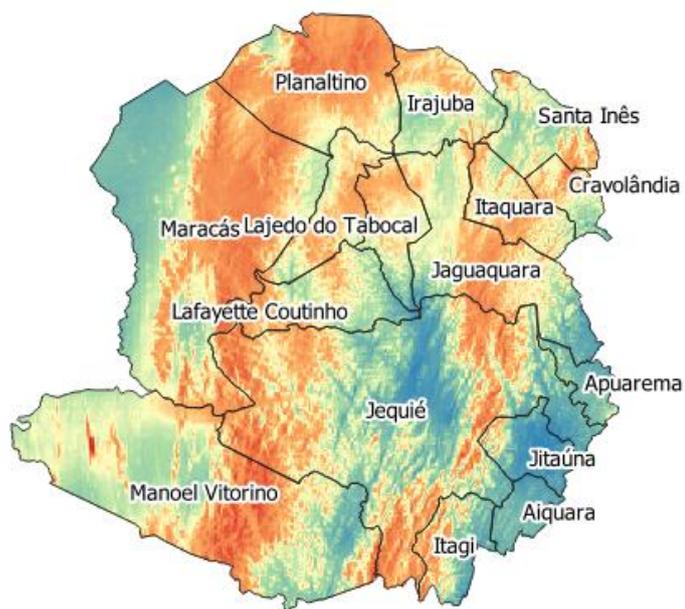
Fonte: Da autora, 2021

Figura 17 - Potencial da região imediata de Jequié



Fonte: Da autora, 2021

Figura 18 - Municípios que compõem a região de Jequié



Fonte: Da autora, 2021

Uma vez selecionada a área com condições favoráveis, e com isso, é importante ressaltar que a região escolhida se configura apenas como uma parte das regiões ainda inexploradas, deve-se avaliar a zona de influência para definir qual é o lugar que reúne os melhores atributos para localizar o parque eólico.

6.1.3 Viabilidade Logística

Segundo o IBGE (2014), a distribuição espacial da logística de transportes no território brasileiro revela uma predominância do modal de rodovias, bem como, sua concentração na região Centro-sul com destaque para o estado de São Paulo. Com isso, atualmente, o transporte de cargas no Brasil é predominantemente realizado por meio das rodovias.

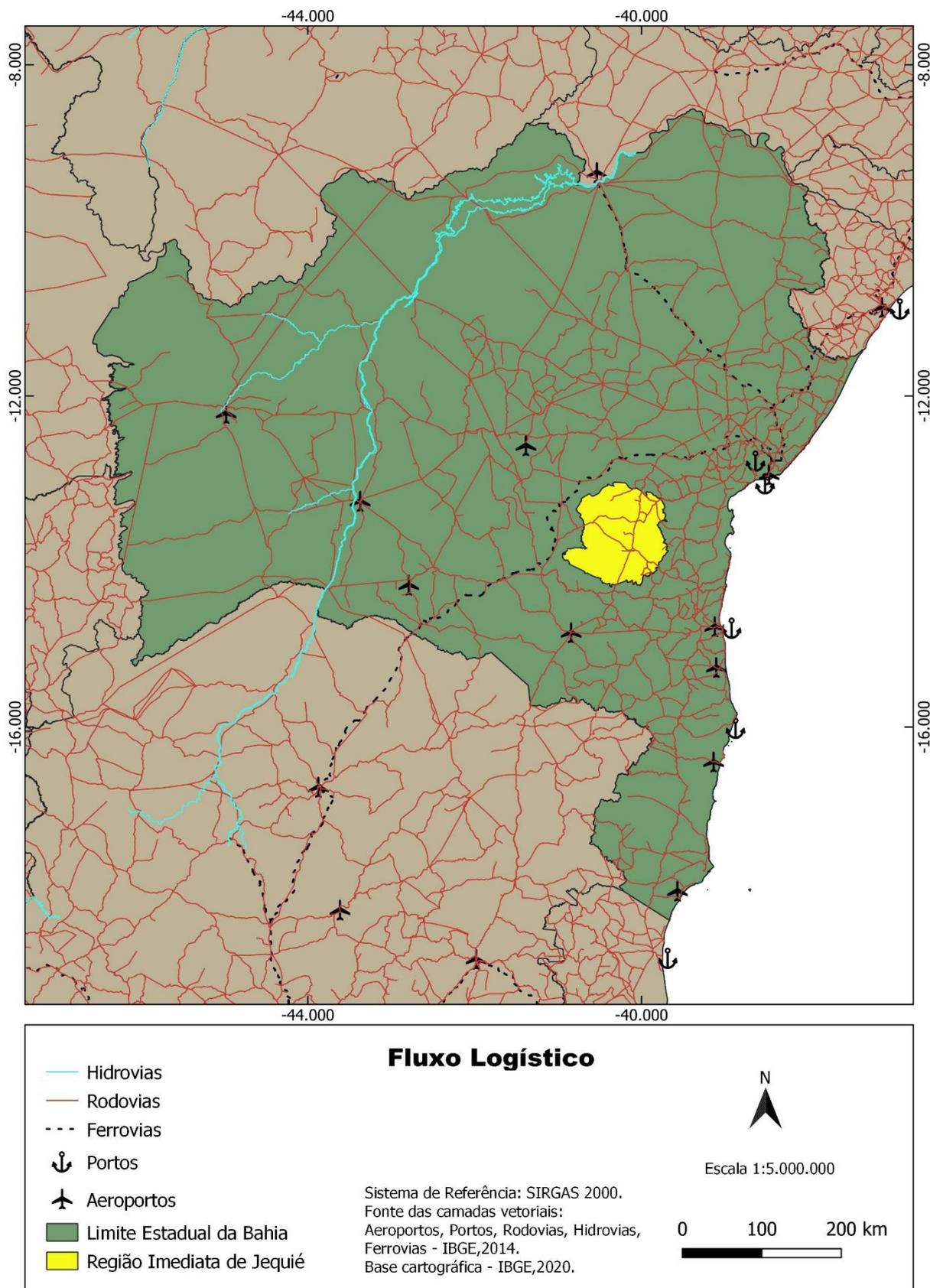
Segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT), cerca de 61,1% da carga transportada em 2009 utilizou o modal rodoviário, cuja rede tem maior difusão pelo território nacional, apesar do potencial que o país tem para a expansão da rede ferroviária, apenas 21% da carga transportada no país em 2009 foi movimentada por esta rede, sendo que quase a totalidade é operada por empresas privadas. Pelas hidrovias, terminais portuários fluviais e marítimos circulou cerca de 14% da carga transportada e, pela via aérea, apenas 0,4% (IBGE, 2019).

A densidade da rede de transportes permite compreender como estão distribuídas as rodovias, hidrovias e ferrovias de um determinado país, evidenciando as áreas que possuem mais ou menos acesso à infraestrutura logística. Algumas regiões se destacam pela alta densidade, nomeadamente, a Grande São Paulo e as Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro, de Belo Horizonte e de Porto Alegre. Além destas áreas, já conhecidas pela centralidade que exercem na economia brasileira, outras áreas como aquelas entre Recife e João Pessoa, entre Brasília e Goiânia, o entorno de Salvador e o acesso a São Luís se destacam pela elevada acessibilidade (IBGE, 2013).

É interessante notar que existem alguns “vazios logísticos” onde a rede de transporte é mais escassa, como o interior do Nordeste; a região do Pantanal, excetuando-se a área de influência da hidrovia do Paraguai; e o interior da floresta amazônica, com exceção ao entorno das hidrovias Solimões-Amazonas e a do Madeira. Nesse contexto, a atualização das informações da distribuição espacial da logística de transporte, em escala nacional, constitui uma informação estratégica ao planejamento do presente e do futuro do território e da sociedade brasileira no mundo globalizado contemporâneo (IBGE, 2013).

Tais informações podem ser observadas no mapa da Figura 19, a qual apresenta a Viabilidade Logística do Brasil.

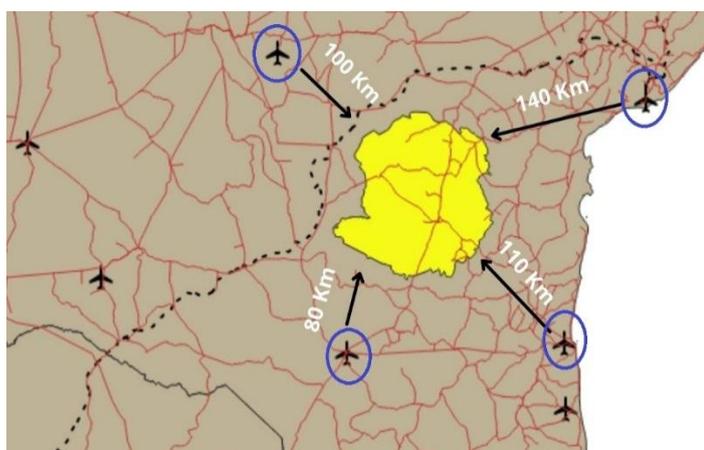
Figura 19 - Mapa da Viabilidade Logística do Brasil



Fonte: Da autora, 2021

Com base no mapa anterior, conclui-se que algumas áreas de grande potencial eólico no Norte do estado, tenha um pouco de deficiência quando se diz respeito aos fluxos logísticos. Porém, por outro lado, a região imediata de Jequié, se encontra localizada em um entorno bastante favorável em termos de logística, pela presença de rodovias, ferrovias, portos marítimos, além de proximidade com diversos aeroportos, conforme evidencia o mapa da Figura 20 e a Tabela 01 a seguir.

Figura 20 - Viabilidade logística da região imediata de Jequié



Fonte: Da autora, 2021

Tabela 01 – Distância da região imediata de Jequié para os aeroportos ao seu redor

Aeroporto Internacional de Salvador, Deputado Luís Eduardo Magalhães	140km
Aeroporto de Lençóis, Horácio de Mattos	100km
Aeroporto de Ilhéus, Jorge Amado	110km
Aeroporto de Vitória da Conquista, Pedro Otacílio Figueiredo	80km

Fonte: Da autora, 2021

6.1.4 Demanda por consumo de energia

Segundo a EPE (2017) as premissas demográficas, macroeconômicas e setoriais, assim como aquelas relativas à eficiência energética e à autoprodução, têm papel fundamental na determinação da dinâmica do consumo de energia elétrica, com implicação direta no comportamento de vários indicadores de mercado. No setor

residencial, o número de ligações à rede elétrica depende de variáveis demográficas, como a população, o número de domicílios e o número de habitantes por domicílio, e o consumo médio por consumidor apresenta correlação com a renda, com o PIB e com o PIB per capita. Essas mesmas variáveis são também importantes na explicação de outros setores de consumo, como é o caso da classe comercial (comércio e serviços) e das demais classes de consumo.

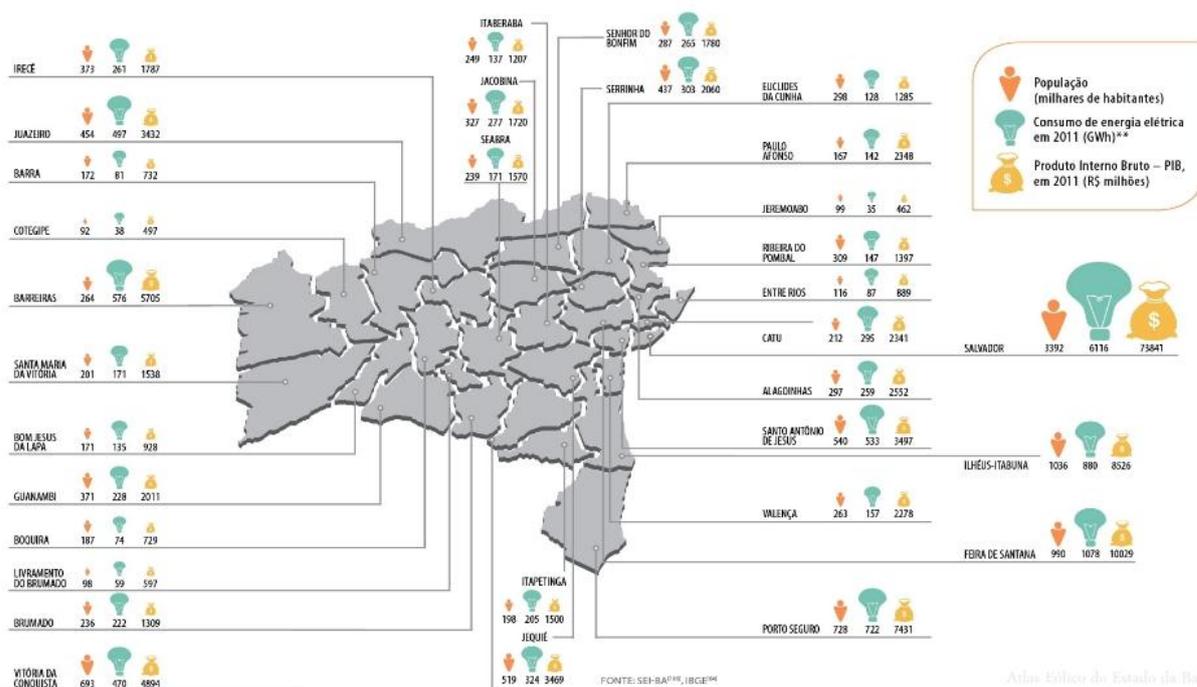
Com base nos dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), a população do Estado da Bahia era de 14.016.906 habitantes em 2010, registrando taxa de crescimento de 0,7% a.a. no período de 2000-2010. Essa foi a segunda menor taxa de crescimento do país, superior apenas à registrada pelo Estado do Rio Grande do Norte. O consumo de energia elétrica na Bahia foi de 14,58TWh (TeraWatt-hora) durante o ano de 2010. De modo que, desse montante, 68,6% foi destinado aos setores residencial, comercial e público, resultando em um consumo médio de 713,2 kWh/ano por habitante.

Ainda de acordo com os dados do censo do IBGE (2013), no que se refere à taxa média de crescimento do consumo de energia elétrica, foi registrado no período 2004-2011 o valor de 6,1% a.a., em um ritmo de desaceleração médio de 0,25 pontos percentuais ao ano. Com tendência similar a observada na maioria dos estados brasileiros, a população da Bahia está fortemente concentrada em áreas urbanas: 39,6% reside em um dos 16 municípios com mais de 100.000 habitantes, ou seja, sob um ambiente de densidade populacional equivalente a 166,9 hab/km², ao passo que a distribuição verificada nos demais 401 municípios (60,36% da população estadual) é de 15,9 hab/km²; os dados demonstram a disparidade entre o povoamento do interior baiano e os principais centros urbanos. Além disso, o consumo médio per capita de energia elétrica (residencial, comercial e público somados) nesses 16 grandes centros também é maior que nas áreas rurais: 1.081,1 kWh/ano, contra 474,8 kWh/ano por residente dos demais municípios.

Quanto ao PIB do Estado, avaliado em R\$ 154,3 bilhões em 2010 (4,3% do PIB brasileiro), cresceu a um ritmo de 4,02% a.a. no período 2002-2010, superior ao índice nacional, de 3,53% a.a., verificado no mesmo período. Os 20 municípios baianos com maior PIB em 2010, todos superiores a um bilhão de reais, concentram mais de dois terços (67,3%) da produção de riquezas. Nesses municípios, a renda média anual per capita é de R\$ 18.194,92, contra a média de R\$ 6.080,75 nos demais 397 municípios. As principais contribuições à economia baiana provêm da Indústria

(15,9%), Comércio (14,3%), Construção Civil (8,4%) e Agropecuária (7,8%). A evolução do consumo de energia elétrica e dos dados econômicos, apurados no período 2002- 2010, denota um incremento marginal médio de R\$ 5,4 bilhões ao PIB baiano a cada terawatt-hora consumido (IBGE, 2013). A Figura 21 ilustra o exposto.

Figura 21 – Demografia e consumo de energia nas cidades do estado da Bahia



Fonte: Camargo-Schubert *et al.*, 2013

Se tratando da região de Jequié, de acordo com a prefeitura do município, o mesmo se estende por 3.227,3 km² e contava com 155.966 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 48,3 habitantes por km² no território do município, o que a torna uma das maiores concentrações populacionais do estado da Bahia. Segundo a SEI sendo 91% dessa população é urbana. Além disso, o município registrou PIB de R\$ 1,6 bilhão para o ano de 2010, de acordo com a apuração da SEI/IBGE (SEI, 2017), despontando como a décima sexta economia do estado, com R\$ 11 mil de renda per capita. Vale ressaltar ainda que, a região imediata de Jequié encontra-se a aproximadamente a 125 km da cidade de Salvador que segundo o Atlas Eólico da Bahia representa o município com maior consumo de energia do estado.

As distâncias das unidades geradoras de energia renováveis, neste caso a eólica, dos centros consumidores, são fatores que elevam a importância das redes de

distribuição. Os maiores consumidores de energia elétrica brasileiros são os grandes centros urbanos e as regiões industriais. Em muitas situações, a rede de distribuição é quem garante que a energia gerada em regiões muito afastadas chegue a esses centros consumidores e seja distribuída de maneira efetiva. Portanto quanto menor a distância dos centros consumidores a região a ser instalada a usina eólica, menores são os investimentos com instalações de redes de distribuição, e maior a viabilidade do empreendimento.

A região Imediata de Jequié também abriga um importante centro consumidor de energia, o distrito Industrial de Jequié. Segundo a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais (SEI, 2017), o Distrito Industrial de Jequié, fundado no ano de 1973, localiza-se a sudeste da cidade homônima, às margens do Rio de Contas, distando do perímetro urbano cerca de 500 metros. Interliga-se ao sistema viário nacional e regional através da BR-101 (Rio/Bahia) e da BR-330, que liga Jequié à zona cacauzeira e à BR-116. O município destaca-se quanto à logística, facilitada pela proximidade de Vitória da Conquista (153 km) e da capital Salvador (357 km), sendo também próximo dos municípios do litoral, como Ilhéus (205 Km) e Itabuna (186 km). Além das facilidades citadas, o projeto da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) prevê que esta cruze o município, introduzindo novas oportunidades em relação a centros de distribuição e logística, sem contar os investimentos já consolidados, como a central de administração do consórcio Ferreira Galvão/OAS, construtora da obra.

O município influencia e é influenciado por Vitória da Conquista, e juntos, exercem grande influência econômica em outros municípios do sudoeste e do Médio Rio de Contas. As condições de crescimento da região são impulsionadas pelo setor de serviços e a logística.

A Figura 22 apresenta os principais centros consumidores próximo da região imediata de Jequié.

Figura 22 - Principais centros consumidores ao redor da região imediata de Jequié

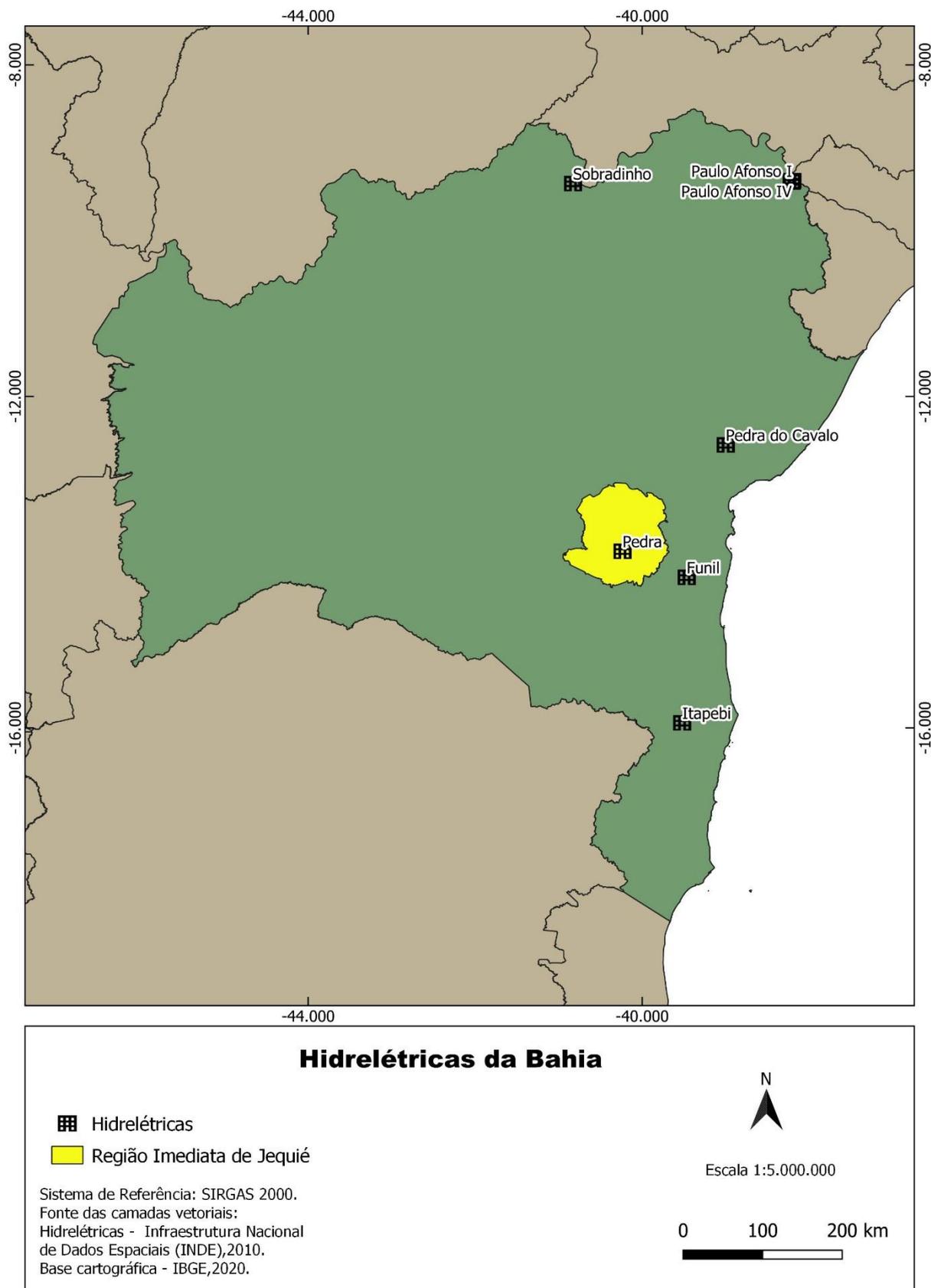


Fonte: Google Maps, 2021

Vale salientar ainda, que a região imediata de Jequié encontra-se próxima de 04 das 06 usinas que se situam no estado da Bahia, de modo que, uma delas, a Usina de Pedras está abrigada na cidade Jequié, como se pode observar na Figura 23 abaixo.

A Usina da Pedra encontra-se localizada no Rio de Contas, num trecho denominado Pedra Santa, 18 km a montante da cidade de Jequié, sendo constituída por uma única máquina de 20.007 kW. A energia gerada é transmitida por uma subestação elevadora com 01 transformador de 26 MVA, que eleva a tensão de 13,8 kV para 69 kV. A partir desse ponto é feita a conexão com o sistema de transmissão da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) através da subestação (SE) de 69 kV, que se interliga com a SE-Funil 69kV, passando a exercer um importante papel de reforço no suprimento de energia a própria região de Funil (CHESF, 2016).

Figura 23 - Usinas hidroelétricas do estado da Bahia



Fonte: Da autora, 2021

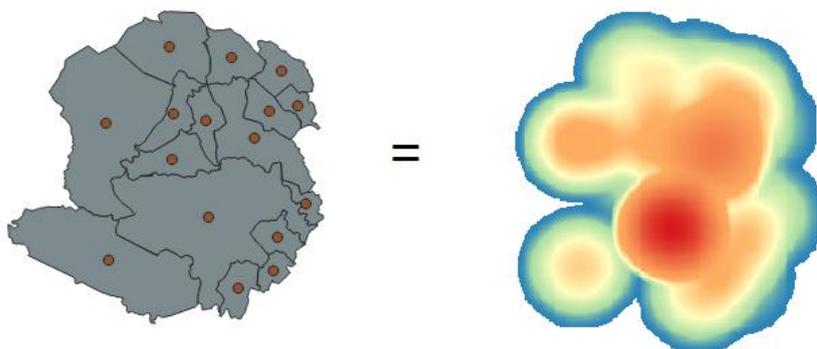
Por outro lado, esse mapa permite evidenciar a pequena quantidade de usinas geradoras de energia no estado da Bahia se comparado com a dimensão territorial e populacional do mesmo, o que justifica mais uma vez e torna ainda mais importante o interesse e a implantação de parques eólicos nessa região.

Por fim, realizou-se a análise socioeconômica com base na álgebra de mapas, termo que foi introduzido por Tomlin (1990), para indicar o conjunto de procedimentos de análise espacial em geoprocessamento que produz novos dados, a partir de funções de manipulação aplicadas a um ou mais mapas. Ou seja, trata-se de uma análise espacial baseada em um conjunto de operações matemáticas sobre mapas, em analogia aos ambientes de álgebra e estatística tradicional. Os mapas são tratados como variáveis individuais, e as funções definidas sobre estas variáveis são aplicadas de forma homogênea a todos os pontos do mapa (BARBOSA *et al.*, 1998).

Assim como os demais gráficos, para construção desse que irá representar a viabilidade socioeconômica também utilizou-se o ambiente SIG do QGIS para a manipulação dos dados. A intenção da operação entre rasters era usar dados conhecidos do potencial eólico e a densidade populacional para poder identificar áreas potenciais para aproveitamento de recursos eólicos relacionado à demanda energética. Para tanto foi necessário ter disponível dois mapas espacializados em mesma escala e projeção, com os atributos referentes às suas informações, além disso, para ser possível somar mapas é preciso que eles estejam em formato matricial (ou raster).

O mapa de Potencial Eólico usado foi do Global Wind Atlas e encontrava-se dentro dos parâmetros exigidos, entretanto, o segundo mapa foi construído com base nos dados de uma estimativa populacional do IBGE, de modo que, para cada município foi atribuído um ponto centroide com a informação da população estimada, levando em consideração as estimativas da população residente nos municípios brasileiros. A Figura 24 ilustra o mapa de calor construído sobre para representar a densidade populacional.

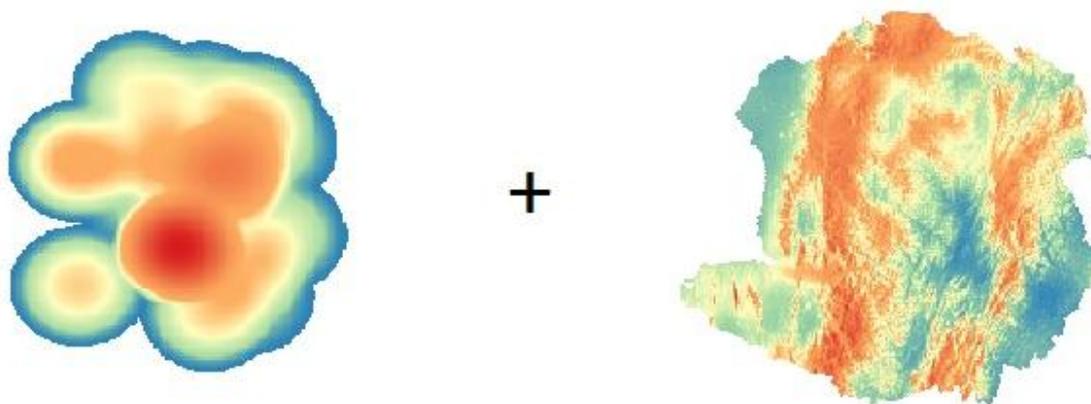
Figura 24 – Mapa da densidade populacional



Fonte: Da autora, 2021

Com os dois mapas em mãos (Potencial Eólico e Densidade Populacional) foi possível realizar a álgebra de mapas, isto é, somar os mesmos, para isso, utilizou-se a ferramenta 'Calculadora Raster' disponível no QGIS, fornecendo peso para os mapas nessa soma. A Figura 25 ilustra a soma dos dois mapas.

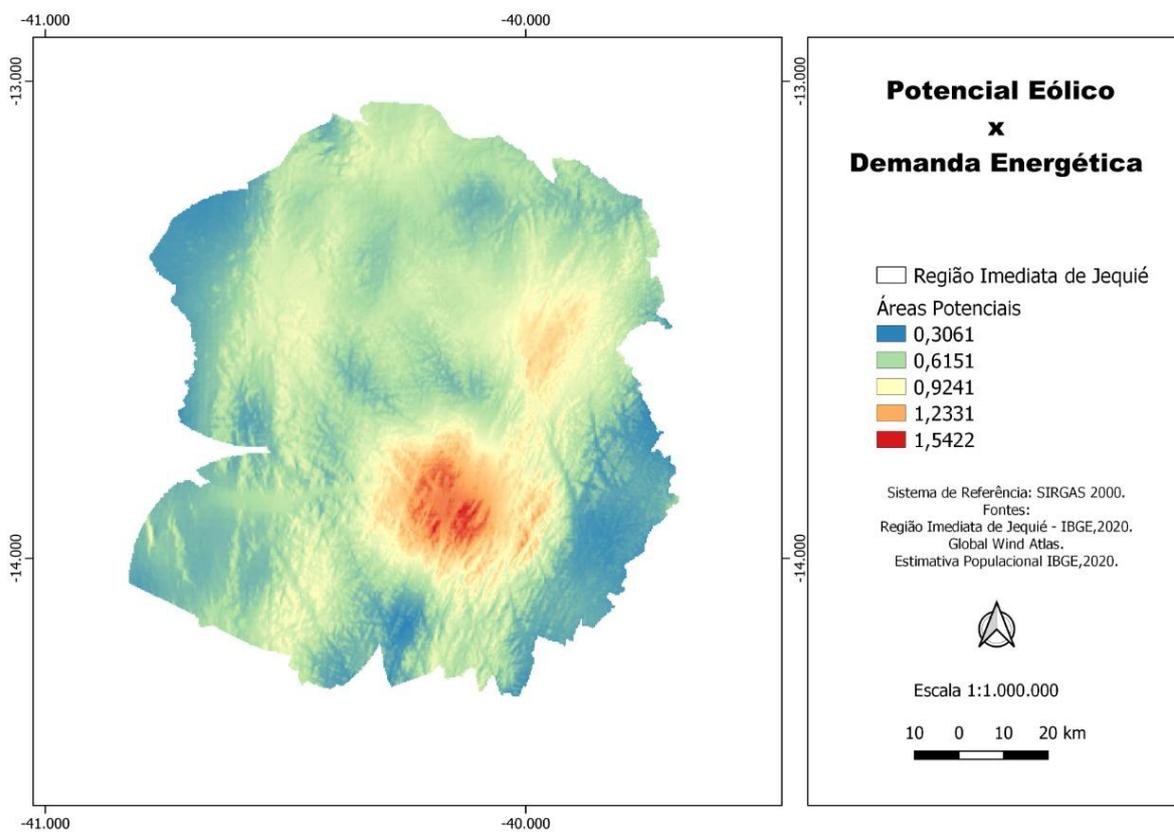
Figura 25 - Ilustração da álgebra de mapas



Fonte: Da autora, 2021

Com isso, foi possível obter um mapa que mostra as zonas definidas sobre regiões específicas de um mapa de entrada, onde as restrições são fornecidas por outro mapa, a Figura 26 apresenta o mapa resultante da soma do mapa da densidade populacional com o potencial eólico.

Figura 26 - Densidade populacional x Potencial eólico



Fonte: Da autora, 2021

Assim, a partir da análise simultânea da densidade populacional e do potencial eólico da região imediata de Jequié, observa-se que, está apresenta tanto potencial eólico, isto é, boa incidência de ventos, quanto demanda energética, que está representado pela densidade populacional, favoráveis para a implantação de empreendimentos eólicos nessa região.

7 CONCLUSÃO

A partir do presente estudo foi possível identificar, através da análise espacial, sobretudo, com base nas informações fornecidas pelo Atlas do Potencial Eólico da Bahia, WEBMAPA EPE, IBGE e do site da Global Wind Atlas, ambiente SIG que fornece dados geográficos de determinada região, que no estado da Bahia a região Norte e Centro-Leste encontram-se com potencial eólico ainda não explorados, isso se deve ao fato de serem áreas com um potencial inferior as que já estão sendo exploradas, entretanto, julga-se serem áreas que merece atenção, pois, como foi visto ao longo da pesquisa bibliográfica, a demanda por energia elétrica tem sido cada vez maior, assim sendo, para conseguir atender essa demanda e, conseqüentemente, conseguir preservar o meio ambiente, faz-se necessário a exploração de todas as áreas que de alguma forma possuam potencial e viabilidade técnica para serem exploradas a partir das energias renováveis, como é o caso da eólica.

Com isso, optou-se por investigar mais a fundo tais áreas, e ao analisar a viabilidade técnica destas regiões, a partir do mapa de restrições ambientais evidenciou que a região Norte possui áreas indígenas, o que torna inviável a exploração dessa região, tendo em vista que está previsto pela Constituição Federal de 1988 que esta deve ser preservada e só poderá ser explorada em casos de extrema necessidade, além de que, deve-se considerar o consentimento dos que ali vivem. Portanto, a análise dessa região demandaria mais tempo e a investigação de variáveis que seriam além do propósito desse estudo, dessa forma, optou-se por analisar a região Centro-Leste, a qual não apresentou restrições ambientais.

Após considerar as questões ambientais, verificou-se outros aspectos da região Centro-Leste, como forma de delimitar ainda mais o polígono vetorizado que seria objeto de estudo da presente pesquisa, e ao analisar os dados das Regiões Imediatas do Centro-Leste, com base nas informações fornecidas pelo IBGE, observou-se que a Região Imediata de Jequié se apresentava como uma região favorável para a implantação de parque eólico, tendo em vista que, por ela já existe redes de distribuição instaladas e outras projetadas, é uma região bem localizada, próxima dos principais centros consumidores, o que torna um local com grande demanda energética.

Atrelado a essas vantagens e viabilidades que a Região Imediata de Jequié apresenta, foi possível evidenciar ainda pelas estratégias de geomarketing, a partir da

análise de viabilidade logística e demanda por consumo de energia que tal região do estado da Bahia, de fato, apresenta viabilidade técnica para ser construído empreendimentos eólicos, pois, como foi visto, além dos benefícios de localização, consumo e redes já existentes, a mesma encontra-se próximo de aeroportos e das principais ferrovias que liga os principais municípios responsáveis pelo desenvolvimento e crescimento do estado. Vale ressaltar ainda, que através do geomarketing foi possível também identificar a viabilidade socioeconômica do empreendimento, ao cruzar a densidade populacional da região com o seu potencial eólico.

Apesar do alcance dos objetivos propostos, a pesquisa teve algumas limitações, sobretudo, no que se refere a obtenção dos dados relacionados aos aspectos principalmente envolvendo informações sobre o meio ambiente, escassez de material de apoio sobre as fontes energéticas renováveis. E como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se investigar a área selecionada sob outras perspectivas, como por exemplo, análise de relevo, reserva legal, verificar se áreas potenciais estão próximas de cidades, a fauna e flora do local, entre outros fatores mais profundos, pois, o presente estudo foi mais generalista e amplo, de modo que, o propósito principal foi expor que as análises espaciais e o geomarketing permitem analisar a viabilidade de áreas sem a necessidade de ir ao local de interesse.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Ana Maria Torres; NUNES, Sérgio Paulo Leal. Concorrência espacial, sistemas de informação e comunicação, pesquisa de preços e regulação – um ensaio para o caso do mercado de combustíveis líquidos em Portugal. **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, n. 13, 2006, pp. 29-44. Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional Angra do Heroísmo, Portugal. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5143/514351906002.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). 2021. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/> Acesso em: 16 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). **Boletim anual de geração eólica 2015. Disponível em:** http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2016/08/Abeeolica_BOLETIM-2015_low.pdf. Acesso em: 16 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). **Boletim anual de geração eólica 2019. Disponível em:** http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o-2019.pdf. Acesso em: 16 jan. 2021.

BAHIA. Bahia é o estado com maior geração de energia eólica no país. **Site Governo do Estado**. Publicado em 04 de outubro de 2019. Disponível em: <http://www.seplan.ba.gov.br/2019/10/1000/Bahia-e-o-estado-com-maior-geracao-de-energia-eolica-no-pais.html>. Acesso em: 18 fev. 2021.

BAHIA. Nordeste da Bahia terá complexo eólico com R\$ 1,3 bilhão em investimentos. **Site Governo do Estado**. Publicado em 19 de agosto de 2020. Disponível em: <http://www.sde.ba.gov.br/index.php/2020/08/19/nordeste-da-bahia-tera-complexo-eolico-com-r-13-bilhao-em-investimentos/#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Informe,matriz%20de%20gera%C3%A7%C3%A3o%20do%20estado..> Acesso em: 18 fev. 2021.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN). **Ano base 2019**. 2020. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019_Final.pdf . Acesso em: 17 fev. 2021.

BARBOSA, Cláudio Clemente; et al. Operadores zonais em álgebra de mapa e sua aplicação a zoneamento ecológico-econômico. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/sbsr98.pdf> Acesos em: 20 jul. 2021.

BOHME, Gustavo Silveira *et al.* Análise das etapas de desenvolvimento de projetos de energia eólica—estudo de caso. **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA)**. São Paulo. 2016. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/456.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2021.

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, 1988.

CAMARGO-SCHUBERT Engenheiros Associados; *et al.* **Atlas Eólico: Bahia**. CIMATEC/SENAI, 2013. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlaseolicobahia2013.pdf Acesso em: 10 jun. 2021.

CARDOSO, Carlos Eduardo Pisa. **Geomarketing como suporte de decisão em gestão do território**. 2011. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa.

COSTA, Andréa Virgínia Freire. **Metodologia da pesquisa: tipos de pesquisa**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Projeção da demanda de energia elétrica**. 2017. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001_2017%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20EI%C3%A9trica%202017-2026_VF%5B1%5D.pdf Acesso em: 17 jun. 2021.

GLOBAL WIND ATLAS. 2021. Disponível em: <https://globalwindatlas.info/> Acesso em: 10 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Demografia e consumo de energia elétrica: Bahia**. 2013. Disponível em: http://www2.secti.ba.gov.br/atlasWEB/bahia_p2.html Acesso em: 15 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf> Acesso em: 15 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE mapeia a infraestrutura dos transportes no Brasil. **Agência IBGE Notícias**, 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14707-asi-ibge-mapeia-a-infraestrutura-dos-transportes-no-brasil> Acesso em: 15 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Logística dos transportes no Brasil**. 2014. Disponível em: https://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/redes_e_fluxos_geograficos/logistica_dos_transportes/Nota_tecnica_da_Logistica_dos_Transportes_no_Brasil_2014_20191031.pdf Acesso em: 15 jun. 2021.

KAFRUNI, Simone. Energia eólica tem impacto positivo no desenvolvimento de municípios. **Correio Braziliense**. 2020. Disponível em:

<https://blogs.correiobraziliense.com.br/4elementos/2020/11/26/energia-eolica-tem-impacto-positivo-no-desenvolvimento-de-municipios/> Acesso em: 14 jun. 2021.

LOPES, Marina Thury Mosqueira Rodrigues. **Concepção, modelagem e simulação de uma turbina eólica em escala**. Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/30941/30941.PDF>. Acesso em: 24 fev. 2021

MELLO, Mariana Torres Correia de. **Estudo de viabilidade técnico-ambiental para implantação de parques eólicos**: um estudo de caso em um fragmento do litoral setentrional do Rio Grande do Norte/Brasil. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, junho/2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/20720>. Acesso em: 24 fev. 2021.

MONTEZANO, Bruno Eduardo Moreira. **Estratégias para identificação de sítios eólicos promissores usando sistema de informação geográfica e algoritmos evolutivos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, outubro/2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/250494746/ESTRATEGIAS-PARA-IDENTIFICACAO-DE-SITIOS-EOLICOS-PROMISSORES-USANDO-SISTEMA-DE-INFORMACAO-GEOGRAFICA-E-ALGORITMOS-EVOLUTIVOS>. Acesso em: 24 fev. 2021.

PAVINATTO, E.F. 2005. **Ferramenta para Auxílio A Análise de Viabilidade Técnica da Conexão de Parques Eólicos A Rede Elétrica**. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Elétrica, COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro, 2005

Pedra. **CHESF**. 2016. Disponível em: <https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Pedra.aspx> Acesso em: 13 jun. 2021.

RIBEIRO, Efrém; GOMES, Karol. Nordeste é responsável por 86% da produção de energia eólica no país. **Site Abraceel**. Publicado em 23 de maio de 2019. Disponível em: <https://abraceel.com.br/clipping/2019/05/nordeste-e-responsavel-por-86-da-producao-de-energia-eolica-no-pais/>. Acesso em: 18 fev. 2021.

SANTOS, J. A. F. A. Evolução da energia eólica na Bahia no âmbito da matriz energética brasileira. In: Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, V, 2014, Foz do Iguaçu. **(Anais)**. Disponível em: <http://www.sbse.org.br/anais/PDF/SBSE2014-0378.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2021.

SANTOS, Marllen; SANTIAGO, George; GONZÁLEZ, Mario. Medição de Desempenho na Etapa de Prospecção de Parques Eólicos: O Que Medir. In: **Brazil Windpower Conference, Rio de Janeiro-RJ**. 2015. Disponível em: http://www2.ctee.com.br/brazilwindpower/2015/papers/George_Santiago.pdf. Acesso em: 16 jan. 2021.

SILVA, N. F. **Fontes de energia renováveis complementares na expansão do setor elétrico brasileiro**: O Caso da Energia Eólica. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. 263p.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Análise da situação econômica dos distritos industriais.** 2017. Disponível em: https://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/situacao_economica/analise_situacao_economica.pdf Acesso em: 15 jun. 2021.