



# UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

DOUTORADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

ROGÉRIO SANTOS MARQUES

ANÁLISES DOS FATORES DE COMPETITIVIDADE  
DA ENERGIA EÓLICA: UM ESTUDO DE CASO NO COMPLEXO  
EÓLICO ALTO SERTÃO NA BAHIA



**SALVADOR**  
**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL**

**ANÁLISE DOS FATORES DE COMPETITIVIDADE DA ENERGIA  
EÓLICA: UM ESTUDO DE CASO NO COMPLEXO EÓLICO ALTO  
SERTÃO NA BAHIA**

**ROGÉRIO SANTOS MARQUES**

**SALVADOR / BAHIA**  
**2023**

**ROGÉRIO SANTOS MARQUES**

**ANÁLISE DOS FATORES DE COMPETITIVIDADE DA ENERGIA  
EÓLICA: UM ESTUDO DE CASO NO COMPLEXO EÓLICO ALTO  
SERTÃO NA BAHIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia Industrial.

Orientadores:

Prof. Dr. Francisco Gaudêncio M. Freires

Prof. Dr. Marcelo Santana Silva

**Salvador / Bahia  
2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

C385 Marques, Rogério Santos.  
A análise dos fatores de competitividade da energia eólica: um estudo de caso no complexo eólico alto sertão na Bahia./ Rogério Santos Marques. – Salvador, 2023.  
209f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Gaudêncio Mendonça Freires.  
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Santana Silva.

Tese – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2023.

1. Energia Eólica. 2. Competitividade. 3. Análise Bibliométrica.

I. Freires, Francisco Gaudêncio Mendonça. II. Silva, Marcelo Santana  
III. Universidade Federal da Bahia. IV. A análise dos fatores de competitividade da energia eólica: um estudo de caso no complexo eólico alto sertão na Bahia.

CDD: 658.562

---

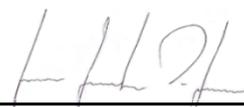
**“ANÁLISE DOS FATORES DE COMPETITIVIDADE DA ENERGIA  
EÓLICA: UM ESTUDO DE CASO NO COMPLEXO EÓLICO ALTO  
SERTÃO NA BAHIA”**

**ROGÉRIO SANTOS MARQUES**

Tese submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de doutor em Engenharia Industrial.

Examinada  
por:

Prof. Dr. Francisco Gaudêncio Mendonça Freires



Doutor em Engenharia e Gestão Industrial pela Universidade do Porto, Portugal, 2007.

Documento assinado digitalmente

Prof. Dr. Marcelo Santana Silva



MARCELO SANTANA SILVA

Data: 21/12/2023 18:29:09-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutor em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2015.

Prof. Dr. Ângelo Márcio Oliveira Sant'Anna



Doutor em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2009.

Prof. Dr. Francisco Lima Cruz Teixeira



Doutor em Política de Ciência e tecnologia pela University of Sússex, Inglaterra, 1985.

Prof. Dr. Elias Ramos de Souza



Doutor em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

Prof. Dr. Aloisio Santos Nascimento Filho



Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo SENAI, Brasil, 2018.

Prof. Dr. Néstor Fabián Ayala



Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2017.

Salvador, BA – BRASIL

Dezembro/2023

## DEDICATÓRIA

À minha esposa, Gabriela e meus filhos, por tudo, sempre.

## AGRADECIMENTOS

A caminhada desta trajetória acadêmica do doutoramento foi um período longo, marcado por amizades, medos, alegrias, angústias, crescimento, aprendizado, evolução, dever cumprido e gratidão. Gratidão define bem esse momento, pois em minha trajetória tive pessoas especiais que caminharam junto comigo e aqui deixo registrado meus agradecimentos.

À Deus, sempre presente em todos os momentos da minha vida, por me mostrar que sempre há um caminho a seguir em frente buscando a realização dos meus sonhos e propósitos, minha fortaleza diária, obrigado por me conceder saúde, força e me sustentar diante das dificuldades.

À minha Família, pois acolheram-me, depositaram confiança e tiveram paciência em todos os momentos desta caminhada. A minha esposa Gabriela Marques, a maior incentivadora para a realização deste Doutorado. Minha companheira, amiga, parceira de vida, meu porto seguro, minha calma nos momentos de turbulência, sou grato a você por sempre acreditar em mim, apoiando em todas as decisões e fazer com que os meus dias sejam leves e agradáveis. Minha admiração pelo exemplo de ser humano que você é. À minha filha Maria Júlia e ao meu filho Davi, fontes inesgotáveis para minha inspiração, perseverança e coragem. Agradeço por entender minhas ausências e sempre estarem ao meu lado, agradeço também pelo amor, amizade, incentivo e compreensão de todos os momentos que permitiram mais esta conquista. Amo vocês.

Agradeço aos meus pais (in memoriam), por sempre terem me apoiado e acreditaram nas minhas escolhas e não mediram esforços para que seus filhos fossem éticos e buscassem o crescimento.

Aos meus orientadores, professor **Dr. Francisco Gaudêncio Mendonça Freires** e **Dr. Marcelo Santana Silva**, pela dedicação, atenção, ensinamentos e construção deste trabalho com sugestões, contribuições e correções. Meu muito obrigado por acreditar e pela confiança depositada em mim em todo o percurso do Doutorado.

Agradeço ao professor **Dr. Ângelo Márcio Oliveira Sant'Anna**, pela dedicação, oportunidade, atenção, ensinamentos e construção deste trabalho com sugestões, contribuições e correções com muita tranquilidade.

Minha sincera gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, e a Universidade Federal da Bahia que me abriu as portas a novos conhecimentos me oferecendo grandes oportunidades.

Aos ilustres membros da banca de avaliação por aceitarem fazer parte da mesma e por me auxiliarem nesse processo.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia, pela atenção e apoio nesta caminhada. Ao corpo técnico administrativo do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia.

Aos meus colegas e amigos do Laboratório de Energia e Gás (LEN), pelas boas conversas e trocas acadêmicas que me fizeram amadurecer. Em especial agradeço nas pessoas de Fábio Fernandes, Luís Oscar Martins, Airton Carneiro, Felipe Barroco, Silvio Liberato, e Daniel Kouloukoui.

Destacando em especial aos amigos Fábio Fernandes e Luís Oscar Martins, pela amizade e parcerias acadêmicas nesta jornada.

Aos demais familiares e aos amigos que se preocuparam, torceram e vibraram para a conclusão do Doutorado, meu muito obrigado.

Agradeço a todos participantes do estudo, e que compartilharam seus conhecimentos. Meu eterno agradecimento, pelo respeito e confiança que depositaram neste estudo.

A Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação Campus XII – Guanambi em especial ao colegiado e o corpo docente de Administração.

Enfim, sozinho não seria capaz: a todos(as) meu muito obrigado! Gratidão!

“Os desafios são o que tornam a vida interessante e superá-los é o que dá sentido à vida”  
– Joshua J. Marinho.

## RESUMO

A crescente demanda por eletricidade no Brasil tem implicações econômicas significativas para o mercado de energia. Nesse contexto, é importante investigar fontes alternativas que possam atender a essa demanda, bem como compreender os principais fatores que influenciam esse processo. No entanto, dada a consolidação das fontes fósseis em termos econômicos e técnicos, é necessário compreender os fatores de competitividade que podem ser considerados como potencialidades ou restrições para o pleno desenvolvimento da energia eólica. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi analisar os fatores de competitividade da energia eólica, utilizando como estudo de caso o complexo eólico Alto Sertão, localizado no Estado da Bahia. O aspecto inovativo foi compreender os fatores que influenciam a competitividade das energias renováveis, em particular a energia eólica, na região Nordeste do Brasil, com foco no Estado da Bahia. A metodologia utilizada nesta pesquisa foi baseada em uma abordagem exploratória documental, que utilizou predominantemente fontes secundárias de dados, combinadas com a realização de entrevistas. Para compreender os fatores que influenciam a competitividade da energia eólica na região Nordeste, em particular no Estado da Bahia, foi adotada uma abordagem de pesquisa que levou em consideração a natureza do problema, os objetivos e os procedimentos técnicos adotados. Os resultados encontrados nesta pesquisa, com base na análise conjunta dos pontos focais e fatores de competitividade da energia eólica utilizando o modelo Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira - ECIB, indicam três fatores que conferem competitividade ao setor. Diferentemente de outros estados do Nordeste, que possuem maior ocorrência de ventos no litoral, a Bahia possui seu maior potencial eólico concentrado no interior, ao leste do rio São Francisco, da Serra do Espinhaço até Juazeiro. Isso se deve à baixa nebulosidade e ao processo de alta pressão atmosférica que se move em direção ao Nordeste, resultando em ventos de excelente qualidade para a geração eólica, o que confere competitividade à região. Destacando ainda no Nordeste brasileiro, o custo médio de geração de eletricidade em parques eólicos é relativamente baixo em comparação com outros parques em outros países, e em relação ao Complexo Parque Eólico Alto Sertão – BA, ele apresenta importantes aspectos de competitividade econômica, social e ambiental. Grande capacidade de gerar empregos e movimentar a economia local, nos aspectos ambientais, minimizando impactos na fauna e flora locais e respeitando as normas de preservação ambiental. Outro destaque, foi o indicador de competitividade e sustentabilidade econômica e financeira, identificado pelo *Capital Expenditure* (CAPEX) bastante favorável, destacando o fator competitividade, sua excelente capacidade de geração de caixa para investimento, medida pelo CAPEX, excelente potencial de geração, capacidade instalada, a velocidade média dos ventos e o custo de geração.

**Palavras-chave:** Energia Eólica. Competitividade. Energia Renovável. Análise Bibliométrica.

## ABSTRACT

The growing demand for electricity in Brazil has significant economic implications for the energy market. In this context, it is important to investigate alternative sources that can meet this demand, as well as understanding the main factors that influence this process. However, given the consolidation of fossil sources in economic and technical terms, it is necessary to understand the competitiveness factors that can be considered as potentialities or restrictions for the full development of wind energy. Therefore, the general objective of this research was to analyze the competitiveness factors of wind energy, using the Alto Sertão wind complex, located in the State of Bahia, as a case study. To achieve this objective, the following specific objectives were established. The innovative aspect was understanding the factors that influence the competitiveness of renewable energy, in particular wind energy, in the Northeast region of Brazil, focusing on the State of Bahia. And use a methodological approach that integrates data from secondary sources and interviews to analyze the identified competitiveness factors. The methodology used in this research was based on an exploratory documentary approach, which predominantly used secondary sources of data, combined with interviews. It sought regulated information from government bodies. To understand the factors that influence the competitiveness of wind energy in the Northeast region, particularly in the State of Bahia, a research approach was adopted that took into account the nature of the problem, the objectives and the technical procedures adopted. The research predominantly used secondary sources of data, combined with interviews. The results found in this research, based on the joint analysis of the focal points and competitiveness factors of wind energy using the Brazilian Industry Competitiveness Study - ECIB model, indicate three factors that confer competitiveness to the sector. Unlike other states in the Northeast, which have a greater occurrence of winds on the coast, Bahia has its greatest wind potential concentrated in the interior, east of the São Francisco River, from Serra do Espinhaço to Juazeiro. This is due to the low cloudiness and the high atmospheric pressure process that moves towards the Northeast, resulting in excellent quality winds for wind generation, which makes the region competitive. Also highlighting in the Brazilian Northeast, the average cost of generating electricity in wind farms is relatively low compared to other parks in other countries, and in relation to the Alto Sertão Wind Farm Complex – BA, it presents important aspects of economic, social and competitiveness. environmental. Great capacity to generate jobs and boost the local economy, in environmental aspects, minimizing impacts on local fauna and flora and respecting environmental preservation standards. Another highlight was the indicator of economic and financial competitiveness and sustainability, identified by Capital Expenditure (CAPEX), which was very favorable, highlighting the competitiveness factor, its excellent capacity to generate cash for investment, measured by CAPEX, excellent generation potential, installed capacity, average wind speed and generation cost.

**Keywords:** Wind Energy. Competitiveness. Renewable Energy. Bibliometric Analysis.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-</b> Capacidade global e taxa de crescimento da energia eólica em GW .....	11
<b>Gráfico 2-</b> Capacidade global, acréscimo e previsão da energia eólica .....	27
<b>Gráfico 3-</b> Ranking dos principais países em capacidade instalada de energia eólica (MW) .....	31
<b>Gráfico 4-</b> Evolução da capacidade instalada de energia eólica no Brasil 2009 – 2019 em (MW) .....	34
<b>Gráfico 5-</b> Matriz elétrica brasileira em 2020 (GW) .....	35
<b>Gráfico 6-</b> Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco no Marco Legal de acordo com a percepção dos agentes especialista em energia eólica .....	115
<b>Gráfico 7-</b> Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco nas Políticas Públicas de acordo com a percepção dos agentes especialista em energia eólica .....	121
<b>Gráfico 8-</b> Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na Macroeconomia de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica .....	126
<b>Gráfico 9-</b> Projetos eólicos cadastrados e habilitados Portaria MME 10/2021 .....	131
<b>Gráfico 10-</b> Potência Total (MW) dos projetos eólicos cadastrados e habilitados .	132
<b>Gráfico 11-</b> Projetos eólicos cadastrados e habilitados Portaria MME 41/2022 ....	133
<b>Gráfico 12-</b> Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na Microeconomia de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica .....	135
<b>Gráfico 13-</b> Avaliação de Competitividade com foco na Infraestrutura de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica .....	141
<b>Gráfico 14-</b> Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na gestão de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica.....	147
<b>Gráfico 15-</b> Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na gestão de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica.....	150
<b>Gráfico 16-</b> Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na gestão de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica .....	153

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Correntes explicativas da vantagem competitiva associadas aos pontos focais identificados a partir da leitura do corpo de análise da pesquisa .....	15
<b>Figura 2</b> – Cadeia de valor da energia eólica .....	38
<b>Figura 3</b> – Aerogerador e componentes .....	46
<b>Figura 4</b> – Características de competitividade de um Estado .....	61
<b>Figura 5</b> – Determinantes da vantagem competitiva de um Estado .....	64
<b>Figura 6</b> – Modelo completo de Porter “Diamante da Competitividade” .....	66
<b>Figura 7</b> – Modelo ECIB – fatores determinantes da competitividade .....	68
<b>Figura 8</b> – Direcionadores de competitividade da cadeia produtiva agroindustrial ..	72
<b>Figura 9</b> – Performance das publicações 2006 a fevereiro de 2020 .....	76
<b>Figura 10</b> – Journals mais citados .....	80
<b>Figura 11</b> – Cluster de colaboração científica entre autores .....	83
<b>Figura 12</b> – Rede de co-ocorrência de palavras-chaves .....	85
<b>Figura 13</b> – Pontos Focais de competitividade .....	86
<b>Figura 14</b> – Territórios de identidade da Bahia .....	96
<b>Figura 15</b> – Linhas de transmissão com atraso em relação à data contratual de entrega .....	140

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Capacidade de energia eólica instalada e cumulativa para 2019 dos países mais produtivos (MW) .....	29
<b>Tabela 2</b> – Ranking capacidade total instalada (GW) .....	30
<b>Tabela 3</b> – Nova capacidade instalada no Brasil 2019 em (MW) .....	33
<b>Tabela 4</b> – Nova capacidade instalada no Brasil 2022 em (MW) .....	34
<b>Tabela 5</b> – Os 15 principais periódicos relacionados e suas principais características .....	78
<b>Tabela 6</b> – Principais autores .....	81
<b>Tabela 7</b> – Estatística de Confiabilidade do indicador Alfa de Cronbach .....	103
<b>Tabela 8</b> – Estatística do Teste para cada item do Instrumento de Pesquisa.....	104
<b>Tabela 9</b> – Resumo dos vencedores do Leilão A-5 Portaria MME 10/2021 .....	132
<b>Tabela 10</b> – Resumo dos vencedores do Leilão A-5 Portaria MME 41/2022 .....	134
<b>Tabela 11</b> – Comparativo entre os custos de produção de eletricidade entre os parques eólicos do Nordeste brasileiro com outros países .....	156
<b>Tabela 12</b> – Comparação entre o complexo eólico Alto Sertão e outros empreendimentos eólicos na região nordeste do Brasil .....	158
<b>Tabela 13</b> – Comparativo entre os preços médios das diferentes fontes de energia nos leilões de 2017 a 2021 no Brasil .....	161

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Componentes e Subcomponentes da Nacele .....	47
<b>Quadro 2</b> – Componentes e Subcomponentes das Torres.....	48
<b>Quadro 3</b> – Componentes e Subcomponentes do Rotor.....	49
<b>Quadro 4</b> – Forma Simplificada do método da pesquisa.....	90
<b>Quadro 5</b> – Agentes-chave da pesquisa a serem entrevistados .....	99
<b>Quadro 6</b> – Etapas organizacionais que embasaram a seleção de fatores .....	105
<b>Quadro 7</b> – Fatores determinantes e pontos focais aplicados à análise da competitividade da energia renovável eólica .....	107
<b>Quadro 8</b> - Ações Estratégicas e Proposições para Fatores Empresariais Marco Legal e Políticas Públicas .....	176
<b>Quadro 9</b> - Ações Estratégicas e Proposições para Fatores Econômicos e Infraestrutura .....	178
<b>Quadro 10</b> - Ações Estratégicas e Proposições para Fatores Empresariais Gestão .....	179
<b>Quadro 11</b> - Ações Estratégicas e Proposições para Fatores Socioambientais .....	180

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABEEOLICA</b>	Associação Brasileira de Energia Eólica
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ABSOLAR</b>	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>BNB</b>	Banco do Nordeste do Brasil
<b>BEM</b>	Balanço Energético Nacional
<b>BIG</b>	Banco de Informações da Geração
<b>CODEVASF</b>	Companhia do Desenvolvimento do Vale do São Francisco
<b>COP 21</b>	Conferência da Partes em Paris
<b>CCEE</b>	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
<b>CRESESB</b>	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica
<b>EO</b>	Energia Eólica
<b>E&amp;P</b>	Exploração e Produção
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética
<b>ER</b>	Energia Renovável
<b>FIT</b>	Tarifa <i>Feed-in</i>
<b>IEA</b>	<i>International Energy Agency</i>
<b>IFBA</b>	Instituto Federal da Bahia
<b>ISE</b>	Índice de Sustentabilidade Empresarial
<b>GEE</b>	Gases de Efeito Estufa
<b>GN</b>	Gás Natural
<b>GW</b>	Gigawatt
<b>GWEC</b>	<i>Global Wind Energy Council</i>
<b>GWh</b>	Gigawatt-hora
<b>G7</b>	Grupo dos países mais industrializados do mundo
<b>G20</b>	Grupo formado pelos ministros de finanças
<b>kW</b>	<i>Quilowatt</i>
<b>LER</b>	Leilão de Energia de reserva
<b>LEN</b>	Leilão de Energia de Nova

<b>MME</b>	Ministério de Minas e Energia
<b>MW</b>	Megawatt
<b>ONS</b>	Operador Nacional do Sistema Elétrico
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PCH</b>	Pequena central hidrelétrica
<b>P&amp;D</b>	Pesquisa e Desenvolvimento
<b>PPA</b>	Plano Plurianual
<b>PROINFA</b>	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
<b>REN21</b>	<i>Renewable Energy Policy Network for the 21st Century</i>
<b>SEBRAE</b>	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
<b>SEINFRA</b>	Secretaria de Infraestrutura do Estado da Bahia
<b>SEAGRI</b>	Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura
<b>SDE</b>	Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado da Bahia
<b>SEI</b>	Secretaria de Estudos Institucionais do Estado da Bahia
<b>SIGA</b>	Sistemas de Informações de Geração da ANEEL
<b>SIN</b>	Sistema Interligado Nacional
<b>TIR</b>	Taxa Interna de Retorno
<b>TWh</b>	Terawatt-hora
<b>UFBA</b>	Universidade Federal da Bahia
<b>UNEB</b>	Universidade do Estado da Bahia
<b>VPL</b>	Valor Presente Líquido

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO DA PESQUISA .....	18
1.2 OBJETIVOS .....	21
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	21
<b>2 ENERGIA EOLICA E COMPETITIVIDADE</b> .....	23
2.1 ENERGIA EÓLICA .....	23
<b>2.1.1. Evolução da energia eólica</b> .....	25
<b>2.1.2 Energia eólica no Brasil</b> .....	31
<b>2.1.3 Cadeia de Valor da Energia Eólica</b> .....	36
2.2 COMPETITIVIDADE.....	52
<b>2.2.1 Modelos de Diagnóstico e os Pontos Focais e a Competitividade</b> .....	57
<i>2.2.1.1- Modelo de Michael Porter</i> .....	57
<i>2.2.1.2- Modelo do Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira ECIB - (Made In Brazil)</i> .....	63
<i>2.2.1.3- Direcionadores de Competitividade</i> .....	66
2.3 PONTOS FOCALIS E COMPETITIVIDADE .....	70
<i>2.3.1.1 - Performance das publicações relacionadas e desempenho dos países</i> .....	72
<i>2.3.1.2 - Desempenho dos principais periódicos</i> .....	73
<i>2.3.1.3 Performance dos autores e relações de colaboração</i> .....	76
<i>2.3.1.4 Análise de palavras-chave e pontos focais</i> .....	80
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	85
3.1. ABORDAGEM DA PESQUISA .....	86
3.2. MÉTODO DA PESQUISA .....	87
<b>3.2.1 Pesquisas Bibliográfica e Documental</b> .....	89
3.3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO .....	90
3.4. UTILIZAÇÃO DE ESTUDO DE CASOS .....	92
3.5 A COLETA DE INFORMAÇÕES .....	93
3.6 OS SUJEITOS DA PESQUISA DE CAMPO – ENTREVISTAS.....	94
3.7 OS SUJEITOS DA APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....	95
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA DE CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO DE PESQUISA .....	96

<b>3.9.1. Etapas organizacionais para o desdobramento dos Pontos Focais..</b>	<b>100</b>
3.10 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	103
<b>4 RESULTADOS E DISUSSÕES.....</b>	<b>104</b>
<b>4.1.1 Competitividade da Energia Eólica: Avaliação dos Fatores Sistêmicos e Pontos Focais associados.....</b>	<b>105</b>
<b>4.1.2 Competitividade da Energia Eólica: Avaliação dos Fatores Estruturais e Pontos Focais associados.....</b>	<b>117</b>
<b>4.1.3 Competitividade da Energia Eólica: Avaliação dos Fatores Empresariais e Pontos Focais associados.....</b>	<b>135</b>
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>154</b>
<b>6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....</b>	<b>165</b>
<b>7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>166</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>167</b>
<b>APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido para realização das entrevistas.....</b>	<b>182</b>
<b>APÊNDICE B – questionário agentes especialistas em energia renovável eólica.....</b>	<b>184</b>
<b>APÊNDICE C – artigos publicados.....</b>	<b>191</b>
<b>APÊNDICE D – Tabelas Alpha Cronbach.....</b>	<b>197</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o interesse pelas energias renováveis aumentou significativamente em função de questões globais emergentes, tais como as mudanças climáticas, exploração exacerbada do meio ambiente e a busca pelo desenvolvimento sustentável. No entanto, a geração de energia elétrica a partir de energias renováveis ainda não consegue competir economicamente com a eletricidade gerada por combustíveis fósseis, pois enfrenta situações de incerteza, problemas de variabilidade e rendimento (GAO et al., 2016; HAUSER; WERN, 2016; JÜLCH, 2016; NTANOS et al., 2018; PURKUS et al., 2018).

Mesmo em países como o Brasil, cuja participação das fontes renováveis na oferta interna de eletricidade ultrapassa 70% (EPE, 2022), devido, especialmente à utilização da energia hidráulica (56,8%), outras fontes alternativas, como a solar (2,5%), a eólica (10,6%) e a biomassa (8,2%) ainda possuem dificuldade em se consolidar, especialmente, por conta da competitividade em termos de custos apresentada pela produção elétrica oriunda de fontes tradicionais (EZAR NADALETI; BORGES DOS SANTOS; ALVES LOURENÇO, 2020; FOGARASI; CORMOS, 2015; LINS et al., 2012; WANG et al., 2018).

Apesar destas dificuldades, as energias renováveis, devido aos menores impactos ambientais e emissões de CO<sub>2</sub> (DONG; SUN; DONG, 2018; SOAM et al., 2016; XU; FAN; YU, 2014), ganharam lugar de destaque na agenda socioambiental, principalmente a partir de dezembro de 2015, com a realização da 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Organização das Nações Unidas (ONU), sendo promovidas à medidas-chave para enfrentamento às mudanças climáticas (BORGES et al., 2016; MARTINS et al., 2019).

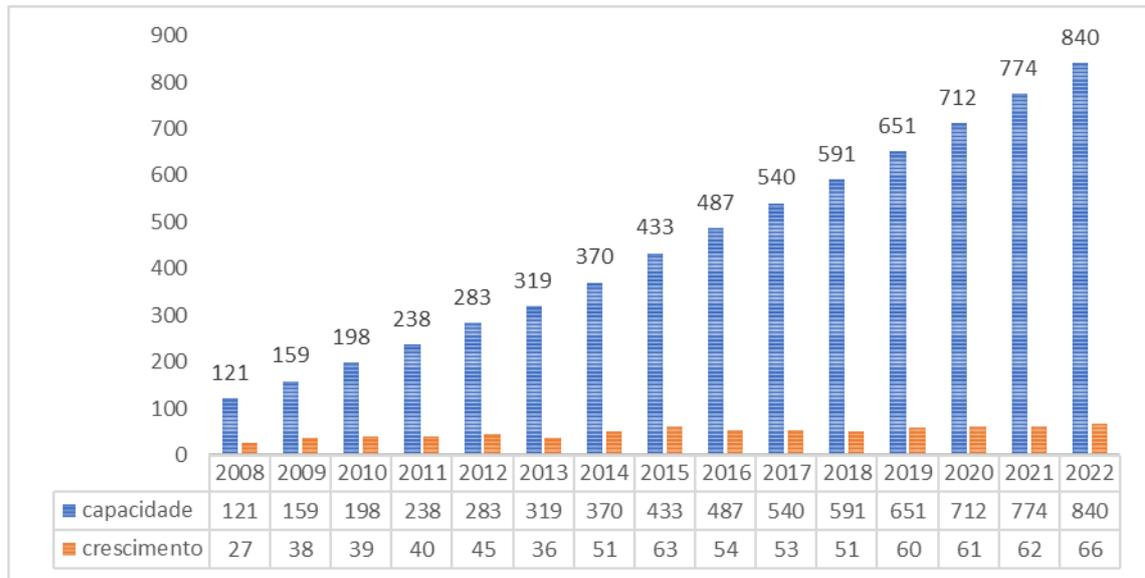
Os fatores sociopolíticos diminuem o intervalo existente entre a concepção de políticas energéticas de baixa emissão de carbono e a devida implantação de tecnologias de energias renováveis para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Dentre as fontes renováveis disponíveis, a energia eólica é considerada uma das mais promissoras, pois além de tratar-se de um recurso renovável e inesgotável, tem demonstrado economicidade onde tem sido utilizada e capacidade de garantir fornecimento constante, especialmente quando comparada com outras fontes de energia limpa, como solar e biomassa (DAS; KRISHNAN; MCCALLEY,

2015; DING et al., 2019; GONZALEZ-SALAZAR; POGANIETZ, 2021; MADLENER; LATZ, 2013).

Até o final de dezembro de 2019, a capacidade global de produção de energia eólica expandiu-se em 530 GW, ou seja, passou dos 121 GW em 2008 para 651 GW em 2019. Entre 2009 e 2013, a produção de eletricidade eólica dobrou, e em 2019 a energia eólica representou 19% da eletricidade gerada pelas energias renováveis, com cerca de 60 GW (54 GW onshore e 06 GW offshore) adicionada a rede elétrica (REN21, 2020). Nesse mesmo período, a taxa média de crescimento anual foi de 16,7% (gráfico 1).

Dessa forma, para viabilizar ainda mais a energia eólica, em virtude de razões políticas, econômicas e sociais, incentivadas pela atual agenda de desenvolvimento sustentável proposta pela ONU (COSTANZA et al., 2016), será necessária uma maior integração entre o processo de geração de eletricidade a partir dos ventos com as linhas de transmissão de energia, melhor planejamento energético dos países e maiores pesquisas para instalação de parques *offshore*, uma vez que, um dos grandes problemas, ambientais e econômicos, da geração eólica, é a necessidade de utilização de grandes áreas para manutenção de sua operação (ADEMULEGUN et al., 2020; HÜBLER et al., 2020).

Dadas estas circunstâncias, torna-se importante estabelecer uma base de conhecimento sobre os fatores de competitividade que influenciam e ampliam o desenvolvimento da energia eólica, buscando analisar e compreender se as expectativas de redução de custos de equipamentos, como por exemplo, das turbinas eólicas irão se concretizar (GIANNAKOPOULOU, 2018; MOHSIN; RASHEED; SAIDUR, 2018; REZAEI; NAGHDI-KHOZANI; JAFARI, 2020), bem como, fatores relacionados aos altos investimentos, relações com governos e fornecedores, preço da eletricidade e demanda de mercado (DE ASSIS TAVARES et al., 2020; JAHANGIR; CHERAGHI, 2020; LAPPE; SPANG, 2014; SILVA et al., 2013; TROCHE-ESCOBAR; LEPIKSON; FREIRES, 2018).

**Gráfico 1-** Capacidade global e taxa de crescimento da energia eólica em GW

Fonte: REN 21, 2022

Em relação à competitividade, Porter (1996), a define como uma análise de competição entre empresas, considerando que estas são influenciadas por cinco forças competitivas: rivalidade entre os concorrentes, poder de barganha entre os compradores, poder de barganha dos fornecedores, entrada de novos concorrentes e produtos substitutos. Ou seja, a competitividade é um termo amplo, que considera o ambiente como um todo, no qual os agentes estão inseridos e interagem uns com outros buscando criar vantagens competitivas.

Já Ferraz, Kupfer e Haguenuer (1995), enxerga a competitividade como um desempenho - a competitividade revelada. A competitividade é de alguma forma expressa na participação no mercado alcançada por uma firma em um mercado em um certo momento do tempo. Também a competitividade é vista como eficiência — a competitividade potencial. Busca-se de alguma forma traduzir a competitividade através da relação insumo-produto praticada pela firma, isto é, da capacidade da empresa de converter insumos em produtos com o máximo de rendimento. Os indicadores são buscados em comparativos de custos e preços, coeficientes técnicos (de insumo-produto ou outros) ou produtividade dos fatores, em termos das melhores práticas verificadas na indústria internacional.

Ainda os autores, Ferraz, Kupfer e Haguenuer (1995) classificam em três grupos os fatores determinantes da competitividade: os fatores empresariais (internos às empresas), os estruturais (referentes à indústria / complexo industrial) e os

sistêmicos. Os fatores empresariais são aqueles sobre os quais a empresa possui poder de decisão, apontados no âmbito interno. São considerados: eficácia da gestão em termos do posicionamento estratégico e da capacidade de agregar estratégia, capacitação e desempenho; capacitação tecnológica em processos e produtos; capacitação produtiva, refletida em métodos de organização da produção e controle da qualidade e recursos humanos.

Os fatores estruturais apontam o ambiente competitivo no qual a indústria se encontra. Demonstram especificidades setoriais descritas pelo padrão de concorrência preponderante na indústria. As empresas possuem capacidade escassa de intervenção nesses fatores. Abrangem não somente as características de demanda e oferta, mas também as influências de instituições, que apontam o regime de incentivos e a regulação da concorrência. Os fatores sistêmicos são aqueles nos quais a empresa possui restrita ou nenhuma probabilidade de intervenção, tais como: macroeconômicos; político-institucionais; legal-regulatórios; infra estruturais; sociais e internacionais.

Desse modo, especialmente a partir do ano de 2006, período em que houve uma maior concentração em pesquisas sobre energia eólica e competitividade, devido especialmente a um maior interesse da China e dos Estados Unidos, diversos estudos focaram aspectos diversos da competitividade no setor eólico, como demonstrado, a seguir.

Zhang (2012) e Zhao, Hu e Zuo (2009), analisaram a indústria eólica chinesa, mostrando que o país se encontra num estágio avançado de produção de equipamentos essenciais ao processo de geração de eletricidade a partir dos ventos, no entanto, ainda necessitaria evoluir em termos de conhecimentos técnicos, buscando dirimir as lacunas com os principais países estrangeiros, especialmente os Estados Unidos e a Alemanha, no que tange à pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Outro aspecto competitivo explorado pelas publicações nos últimos anos está relacionado ao retorno financeiro em parques eólicos. Macedo, Albuquerque e Morales (2017) e Pinson et al. (2007) analisaram o retorno sobre o investimento de parques eólicos utilizando técnicas de engenharia econômica como Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) em situação de pleno conhecimento do fluxo de caixa e também em situação de incerteza, que fornece maior credibilidade aos projetos. A análise minuciosa de projetos de investimento oferece confiabilidade

aos gestores, sejam eles públicos ou privados, para a correta tomada de decisão sobre futuros investimentos, dirimindo os riscos e aumentando a competitividade dos empreendimentos (ASTARIZ; IGLESIAS, 2016b; GÓES et al., 2021; LAZARO; GREMAUD, 2017; RAMOS; IGLESIAS, 2014).

Aspectos locacionais e sinergias com outras fontes de geração de energias limpas também são considerados fatores de competitividade. A melhor escolha de locais para implantação de parques eólicos, tanto *onshore* quanto *offshore* pode ser crucial em termos de custos, resultando em preços finais de venda mais competitivos.

Existem também trabalhos que abordaram aspectos regulatórios. Pegels e Lütkenhorst (2014) analisaram o processo de transição energética na Alemanha, demonstrando as barreiras e oportunidades que essas mudanças apresentaram e trouxeram ao país. Bolinger e Wiser (2009), pesquisaram sobre como o preço da energia eólica poderia manter-se competitivo frente a uma situação de valorização da moeda norte americana e aumento de consumo por energia elétrica, face a existência de fontes de energia mais consolidadas e, portanto, mais competitivas em termos de preço de venda.

Timilsina, Cornelis Van Kooten e Narbel (2013) e Twomey e Neuhoff (2010) realizaram estudos aprofundados sobre o potencial global de geração de energia eólica e sua influência sobre os setores elétricos mundiais, destacando aspectos competitivos que poderiam influenciar, como custos, preços, tecnologia de produção, além de fatores macroeconômicos como demanda de mercado, capacidade de oferta e concorrência com outras fontes de energia.

Um aspecto competitivo importante, e que está presente nos estudos sobre energia eólica, é capacidade de uma indústria, mercado ou setor de inovar. No ramo de produção de energia eólica esse fator é constante, seja na utilização dos ventos para produzir hidrogênio e auxiliar o abastecimento de carros elétricos, por exemplo (ALAZEMI; ANDREWS, 2015b; BROUWER, 2010; LE DUIGOU et al., 2013; LI et al., 2021; LINNEMANN; STEINBERGER-WILCKENS, 2007a; LOY-BENITEZ et al., 2021), seja para contribuir com a mitigação de Gases do Efeito Estufa (GEE), (BLAIR; MABEE, 2020; DELARUE; LUICKX; D'HAESELEER, 2009; DELLANO-PAZ et al., 2015; SAFDARNEJAD; HEDENGREN; BAXTER, 2015).

Além de trabalhos específicos sobre aspectos da competitividade, existem trabalhos que tiveram como objetivo identificar e analisar os fatores críticos de

sucesso que afetam significativamente o desenvolvimento, potencial e competitividade do setor eólico (BALTAZAR et al., 2014).

Para isto foi utilizada a modelagem conhecida como Diamante de Porter, que auxilia a compreender as vantagens competitivas das nações e a explicar como os governos podem agir como catalizadores de desenvolvimento, através da melhoria do ambiente econômico e estabelecendo condições para que os quatro fatores presentes na teoria (Diamante de Porter), estratégia da empresa, concorrência, indústrias de suporte e condições da demanda possa ser corretamente analisados (IRFAN et al., 2019b, 2019c; ZHAO; HU; ZUO, 2009).

Como visto, a partir do ano de 2006, muitos trabalhos foram publicados sobre competitividade e energia eólica. No entanto, nenhum deles apresenta uma visão abrangente, sistemática e direcionada sobre modelos de competitividade e os fatores envolvidos no processo de geração de eletricidade a partir de energia eólica. Além disso, nenhum oferece uma visão holística da junção desses fatores de competitividade e energia eólica. Este estudo preenche esta lacuna, elucidando estes pontos, verificando a presença ou não dos fatores de competitividade em um estudo de caso prático no Nordeste brasileiro.

Uma das principais contribuições desta pesquisa se deu por meio da identificação, através dos artigos do corpo de análise, envolvendo um diagnóstico bibliométrico<sup>1</sup> na busca de identificar os principais fatores de competitividade utilizados a nível mundial. Após este processo foram identificadas nove variáveis, que foram denominados de pontos focais relacionados à fatores de competitividade que podem ser observados no setor de energia eólica: análise econômica, concorrência, tecnologia, custos operacionais, regulação/governo, impactos ambientais, competitividade, mercado e geração híbrida (MARQUES et al., 2020).

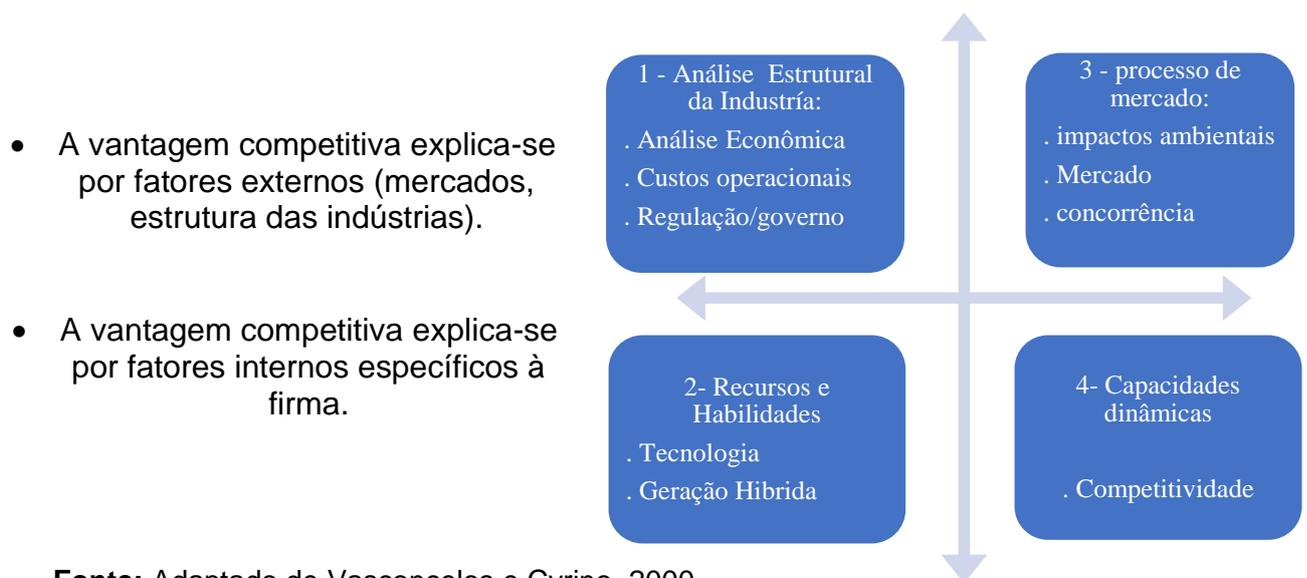
Os pontos focais foram escolhidos em função de dois motivos. O primeiro deles está relacionado ao conteúdo das discussões e análises realizadas nas publicações. Assim, durante a leitura das pesquisas, estas foram separadas pela similaridade de seus objetos de estudo, constituindo-se na primeira etapa de identificação dos pontos focais.

---

<sup>1</sup> WIND POWER AND COMPETITIVENESS: a bibliometric analysis. Inf. & Soc.:Est., João Pessoa, v.30, n.2, p. 1-37, abr./jun. 2020 - Rogério S. Marques, Luís Oscar S. Martins, Fabio M. Fernandes, Marcelo Santana Silva e Francisco Gaudêncio M. Freires.

O segundo motivo está associado ao fato desses nove pontos focais estarem associados às quatro principais correntes teóricas que tratam o fenômeno da vantagem competitiva, ou seja, a ocorrência de diferentes níveis de performance estrutural, técnica e econômica acima da média do mercado em função das diferentes estratégias adotadas pelos diferentes segmentos de mercado. As principais correntes explicativas da vantagem competitiva são: Análise Estrutural da Indústria (Organização Industrial), Recursos e Competências (Teoria dos Recursos), Processo de Mercado e Capacidades Dinâmicas (THOMAS; POLLOCK, 1999; VASCONCELOS; CYRINO, 2000). A Figura 1 ilustra as correntes teóricas sobre vantagem competitiva com os pontos focais associados a elas.

**Figura 1:** Correntes explicativas associadas aos pontos focais (identificados na análise da pesquisa sobre energia eólica)



**Fonte:** Adaptado de Vasconcelos e Cyrino, 2000

A corrente de Análise Estrutural da Indústria, ou Organização Industrial, apoiada nos trabalhos pioneiros de Edward Mason e Joe Bain (BAIN, 1954; MASON, 1948), conjectura que a performance estratégica das firmas dentro da indústria depende do comportamento de vendedores e compradores, fixação de preços, política de pesquisa e desenvolvimento, competitividade em custos e análise de políticas antitruste mediante a situações de monopólios naturais ou estabelecidos por regulação governamental (JEDLICKOVA, 2018), ou seja, aspectos externos e internos à firma. Desse modo foram associados os seguintes pontos focais a esta corrente: análise econômica, custos operacionais e regulação/governo.

A segunda corrente teórica identificada, Recursos e Competências, surgiu na década de 80, como uma alternativa à posição dominante da corrente da Organização Industrial. A proposta central dessa corrente preconiza que o cerne da vantagem competitiva se encontra prioritariamente nos recursos e nas competências desenvolvidas e controladas pelas empresas (OYATERU, 2011; PEPPARD; WARD, 2004; VASCONCELOS; CYRINO, 2000), desse modo foram selecionados os pontos focais Tecnologia e Geração Híbrida para esta corrente estratégica, visto que estes fatores, mediante investimento em pesquisa e desenvolvimento podem ser controlados pelas firmas.

Processos de Mercado foi a terceira corrente identificada. Essa corrente teórica foi influenciada pelos trabalhos de Carl Menger e Shumpeter, dois dos fundadores da Escola Austríaca de Economia, cujas contribuições são organizadas em quatro objetos principais: a) Processos de Mercado; b) a presença e atribuições da figura do empreendedor; c) a heterogeneidade das firmas; e d) um conjunto de fatores não observáveis (BOETTKE; CANDELA, 2020). Considerando essas características, especialmente a presença da inovação e fatores incontroláveis, foram alocados para essa corrente os pontos focais mercado, impactos ambientais, tecnologia e concorrência.

A última corrente teórica identificada foi Capacidades Dinâmicas, que formula, a partir, especialmente das teorias dos processos de mercado e da teoria dos recursos, onde há uma teoria da formação de competências organizacionais em ambientes com presença de alta complexidade e mudanças constantes (ALAM et al., 2020; PARAST, 2020). Esse modelo procura estudar de forma ampla as relações entre os processos de decisão, as ações empresariais realizadas com suas consequências em termos de formação, destruição ou conservação de recursos. Trata, portanto, a vantagem competitiva de forma ampla, tentando conjecturar todos os seus aspectos. Dessa forma, o ponto focal competitividade, foi alocado a esta corrente.

Em concepções gerais, e associadas com o modelo de competitividade *Made in Brazil* dos autores Ferraz, Kupfer e Haguenuer (1995), ficam demonstradas como essas principais correntes explicativas da vantagem competitiva se comportam através de condutas ativas assumidas. A abordagem sugerida enfatiza como determinantes da competitividade um conjunto de fatores que, além de serem em grande número, transcendem o nível da firma, sendo também relacionados à estrutura

da indústria e do mercado e ainda ao sistema produtivo como um todo. Do ponto de vista analítico, torna-se conveniente organizá-los de acordo com o grau em que se apresentam como externalidades para as empresas.

Em linhas gerais, os fatores empresariais são aqueles sobre os quais a empresa detém poder de decisão e podem ser controlados ou modificados através de atitudes proativas, e dizem respeito basicamente ao estoque de recursos acumulados pela empresa e às estratégias de ampliação desses recursos por elas adotadas, em termos das suas quatro áreas de competência a saber: a eficácia da gestão, a eficácia produtiva, a capacitação de inovação e a capacitação de recursos humanos.

Os fatores estruturais são aqueles sobre os quais a capacidade de intervenção da empresa é limitada pela mediação do processo de concorrência, estando por isso apenas parcialmente sob sua área de influência, segundo o ambiente competitivo no qual as empresas se enfrentam, abrangendo não somente as características da demanda e da oferta, mas também a influência de instituições extra mercado, públicas e não-públicas, que definem o regime de incentivos e regulação da concorrência prevalecente, sendo estes o mercado, com suas especificidades tais como: tamanho e dinamismo, grau de sofisticação e acesso a mercados internacionais.

Por fim, os fatores sistêmicos são aqueles que constituem externalidades para a empresa, sobre os quais a empresa detém pouca ou nenhuma probabilidade de interferir, estabelecendo parâmetros do processo decisório, nos quais podem ser: macroeconômicos, Político-institucionais, Legais-regulatórios, Infra estruturais, sociais e internacionais. Sendo assim, baseado no exposto acima, fica evidente como as correntes teóricas estão bem alinhadas e associadas com o modelo de competitividade *Made in Brazil* em suas concepções.

É evidente que este ajuste dos pontos focais a teoria não é estática. Foi idealizado a partir da análise das publicações presentes neste corpo de análise, bem como, a avaliação do pesquisador, objetivando sintetizar e organizar questões relacionadas à energia eólica e competitividade, bem como, fornece contribuição às discussões na área. Importante ressaltar também, a presença de subjetividade nas escolhas da alocação, visto que, tanto as correntes teóricas, como os pontos focais podem se sobrepor ou se complementar, dificultando os critérios de escolhas.

Dado o panorama conceitual geral, o proposital inovativo desta pesquisa é analisar a evolução dos estudos relacionados aos pontos focais de competitividade pertinentes à energia eólica, adaptado no modelo do Estudo da Competitividade da

Industria Brasileira ECIB - (Made in Brazil). Foi realizado um estudo de caso no complexo eólico Alto Sertão no estado da Bahia, com o propósito de identificar as percepções dos envolvidos e para que futuros direcionamentos de pesquisas possam ser identificados e deliberados.

## 1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

A análise dos fatores de competitividade da energia eólica, como objeto de pesquisa tem como inquietação e desafio, a necessidade de aprimorar o conhecimento dos fatores que influenciam a competitividade da energia eólica (FREY; SQUILLACE, 2010; LÓPEZ PROL; STEININGER; ZILBERMAN, 2020; MARIOTTO, 1991). Em destaque, busca o maior aprofundamento de estudo para a energia eólica, fontes renováveis (ZIMMERMAN; REAMES, 2021) que vêm crescendo aceleradamente nas últimas duas décadas e cuja tecnologia tem avançado muito, bem como a atenção na competitividade desta energia dentro da matriz energética mundial e brasileira.

O constante crescimento industrial e tecnológico, requer cada vez mais disponibilidade de energia para o auxílio a esta expansão (JAHANGIR; CHERAGHI, 2020; YUAN et al., 2018). Desta maneira, a necessidade global por energia é progressiva para tanto em sua demanda quanto por diversificados tipos de energias possíveis para contemplar esta devida demanda. Dos diversos tipos de energia existentes, a energia elétrica se sobressai, pois geralmente todas as tecnologias avançadas e atuais são embasadas em energia elétrica. Como resultado, a energia elétrica é essencial para a humanidade e sua aplicação pode aumentar com o tempo (CHAURASIYA; WARUDKAR; AHMED, 2019; CORRÊA DA SILVA; DE MARCHI NETO; SILVA SEIFERT, 2016; SIMAS; PACCA, 2013).

A crescente contratação da energia eólica, desde 2009, tem sido um caso de grande sucesso na Matriz Elétrica Brasileira, em especial no Nordeste, em específico na Bahia. Há várias regiões do Nordeste que possuem potencial de geração de eletricidade a partir das fontes eólica (ALEXANDRE et al., 2020). Em grande parte dos territórios baianos, com as correspondentes características e especificidades para a efetiva instalação das usinas de energias renováveis para a produção de energias

limpas, destaca-se os territórios de identidades da Bahia<sup>2</sup>. Dentre as principais características socioeconômicas e ambientais destes territórios, para a produção e geração de energia, e consideradas similares às vastas áreas da Bahia e do Nordeste de forma geral, têm-se os baixos índices pluviométricos, bons corredores de vento e alta irradiação solar, matérias primas para a geração de energias renováveis, especificamente a energia eólica e solar fotovoltaica.

A região Nordeste responde por 85% da geração de eletricidade a partir do vento no país graças a sua vocação natural para esta atividade. A energia eólica terminou o ano de 2020 com 686 usinas e 17,75 GW de potência eólica instalada, o que representou um crescimento de 14,89 % de potência em relação a dezembro de 2019, quando a capacidade instalada era de 15,45 GW. Em 2020, foram instalados 66 novos parques eólicos e outros 14 foram repotenciados, num total de 2,30 GW de nova capacidade, segundo a Abeeólica - Associação Brasileira de Energia Eólica (2020).

Assim, demonstrando a evolução da energia eólica na região, o subsistema nordeste possui geração muito próxima à geração total do sistema, tendo representado, em 2021, 88,7%. Isso graças ao crescimento em geração que evoluiu de 47 TWh em 2020 para 63,20 TWh, com uma taxa de crescimento na ordem de 34%. Ainda a respeito desta evolução, vale salientar que no ano de 2021 terminou com 795 usinas e 21,57 GW de potência eólica instalada, o que representou um crescimento de 21,53% de potência em relação a dezembro de 2020, quando a capacidade instalada era de 17,75 GW segundo a Abeeólica - Associação Brasileira de Energia Eólica (2022).

Segundo a Abeeólica (2022), essa transformação fez do Nordeste o polo da energia eólica no Brasil: a região responde por 75% da capacidade de produção nacional (o restante se concentra no Sul do país) e 88,7% da energia gerada de fato no país por essa fonte. Dos cinco maiores Estados produtores, quatro são da região: Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Piauí – o Rio Grande do Sul completa a lista.

Observando o caso em estudo, foi estabelecido que a região escolhida para realização do estudo foi a região do Sertão Produtivo na Bahia. O potencial de geração

---

<sup>2</sup> O Perfil dos Territórios de Identidade da Bahia tem como objetivo elaborar uma caracterização socioeconômica e ambiental dos territórios de identidade da Bahia (TI), tentando identificar suas principais potencialidades e vulnerabilidades. Destacando o Sertão Produtivo e seus principais municípios que se destacam na geração de energia eólica: Caetité; Guanambi e Igarã...

de energia eólica neste território é significativo, corroborando com uma geração no ano de 2021 de 21,15 TWh, na Bahia segundo a Abeeólica - Associação Brasileira de Energia Eólica (2022). Além disso, a questão logística também foi considerada para as visitas e entrevistas, dentre as demais regiões do estado, que reflete a realidade similar à do Nordeste como um todo, com destaque aos municípios onde já existem as usinas de energias renováveis, para efetivamente ser locais de pesquisa, municípios estes elencados posteriormente no item delimitação da área de abrangência do estudo, dentro dos procedimentos metodológicos da pesquisa.

Ao mesmo tempo em que a forte estiagem vem reduzindo cada vez mais a água armazenada nos reservatórios das principais usinas hidrelétricas do país, os ventos estão batendo recorde de geração de energia. De acordo com o Operador Nacional do sistema Elétrico (ONS), em agosto de 2021, foi registrado recorde de geração média, atendendo a toda demanda da região no dia, no qual identificou a marca inédita de 11.907 MW médios, montante suficiente para atender a 104,7% da carga do Nordeste.

A geração eólica média diária no Nordeste em agosto de 2020 foi de 9.255,73 MW médios, com um fator de capacidade de 71,14%.

Assim sendo, essa pesquisa justifica-se na medida em que há uma necessidade de analisar os fatores de competitividade da energia renovável eólica. Desta maneira, este trabalho será uma contribuição para o Brasil e para seus atuais e futuros programas, ações e investimentos no setor energético. Também, este estudo faz-se significativo no âmbito nacional e principalmente regional por tratar-se de uma pesquisa exploratória, isto é, propicia aos envolvidos um olhar vasto e conexo com a prática regional, com o objetivo de aprimorar o grau de competitividade da cadeia da energia eólica estudada.

A motivação para elaborar este trabalho foi precisamente poder colaborar com as discussões sobre a temática das energias renováveis, em específico energia eólica, pois a maior parte dos estudos relaciona-se com as questões de transição energética e poucas pesquisas abordando os fatores de competitividade da energia eólica.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo Geral

Analisar os fatores de competitividade do complexo eólico alto sertão utilizando o modelo Made in Brasil e os pontos focais de competitividade.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Analisar o mercado de energia brasileiro, em especial, as particularidades da região Nordeste e do Estado da Bahia, destacando as principais potencialidades e restrições decorrentes da incorporação da energia eólica no Sistema Interligado Nacional (SIN);
- Identificar os pontos focais de competitividade que influenciam e ampliam o desenvolvimento da energia eólica;
- A partir dos pontos focais identificados, e através do modelo de competitividade *Made in Brazil*, verificar por meio de pesquisa de campo, como estes estão sendo desenvolvidos e trabalhados no Complexo Eólico alto do Sertão;
- Compreender como os fatores atuam na competitividade, observando a inovação tecnológica e estrutural.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

A tese está estruturada em cinco capítulos além desta Introdução. Nesta foram apresentadas a contextualização e objetivos da pesquisa, além de serem apresentadas as justificativas e objetivos do trabalho.

O Capítulo dois mostra uma revisão de literatura, trazendo o contexto energético mundial, nacional e regional, tendo como foco principal a energia elétrica. A revisão aborda também as caracterizações e contextualizações das gerações eólica e sobre a competitividade.

O Capítulo três apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para responder ao problema e objetivos estabelecidos na pesquisa. São utilizadas as seguintes técnicas: pesquisa bibliográfica; levantamento de dados públicos oficiais atualizados; cruzamento de informações por meio da triangulação dos dados, os passos de investigação e análise do estudo de caso de forma qualitativa.

O Capítulo quatro apresenta os resultados e discussões do estudo, e análises pertinentes com base na triangulação dos dados.

O Capítulo cinco são apresentadas as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

## 2 ENERGIA EOLICA E COMPETITIVIDADE

A expansão da energia eólica tem sido um dos principais vetores para a diversificação da matriz energética do Brasil. Tal expansão pode representar uma conduta importante na direção de atenuar os efeitos das mudanças climáticas e para garantir a segurança energética no futuro (LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018).

A energia eólica surge como uma das alternativas para mitigar os problemas energéticos, uma vez que ainda há enorme potencial para exploração; o combustível é o vento, ou seja, não demonstra riscos geopolíticos, nem grandes oscilações de preço; fonte endógena de energia e permanentemente à disposição; usinas eólicas são construídas em reduzido período de tempo; alta expectativa de redução dos custos; reduzidos impactos ambientais e baixa emissão de gases de efeito estufa (SOUZA et al., 2014).

Com a diminuição de custos de construção da energia eólica cresceram os investimentos destinados para a obtenção dessa energia. A importância de diminuir a dependência de importação de combustíveis fósseis e pela demanda por eletricidade ser crescente existe a apreensão com as condições climáticas globais, e que a energia eólica é tida como a alternativa de geração de eletricidade com pequenos impactos ambientais.

### 2.1 ENERGIA EÓLICA

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (ABEEOLICA,2018), “Energia eólica” é a energia adquirida da energia cinética gerada pela migração das massas de ar provocada por diferenças de temperatura e diferenças de pressão na superfície da Terra. A energia eólica é transformada em mecânica por moinhos e cata-ventos, ou em energia elétrica, por turbinas eólicas aerogeradores.

A energia eólica é resultado da radiação solar uma vez que os ventos são gerados pelo aquecimento não uniforme da superfície terrestre. Estima-se que 2% da energia solar absorvida pela Terra seja convertida em energia cinética nos ventos. Além disso, os ventos são influenciados por diferentes fatores como a altura, a rugosidade, os obstáculos e o relevo (PICOLO; BÜHLER; RAMPINELLI, 2014).

Para De Jong et al., (2013), as energias renováveis estão expandindo cada vez mais e se tornando viáveis economicamente, face as energias fósseis, em diversos

países. Com este processo de expansão, surge novos mercados com produção em larga escala, proporcionando avanços tecnológicos, e conseqüentemente efetivando redução dos custos de produção das novas tecnologias, e fazendo com que essas energias renováveis se tornem cada vez mais competitivas e viáveis economicamente. Com a redução dos custos da produção da energia eólica e suas vantagens, têm incentivado muitos países a implantar e expandir esta nova forma de gerar energia elétrica (AHN et al., 2017; ASTIASO GARCIA; GROPPPI; TAVAKOLI, 2021; DONHA; GUIMARÃES, 2021).

A energia que tem preponderância na matriz elétrica brasileira é a hidrelétrica, que é considerada uma energia limpa, porém está dotada de incertezas elevadas por sua vinculação as condições climáticas, o que a torna vulnerável, principalmente em tempo de seca. Esta característica leva a necessidade de recorrer a outras fontes de energia e diversificar a matriz energética com a finalidade de um sistema mais confiável e para afrontar esta condição é preciso contar com um sistema normativo de instituições sólidas e de um marco regulatório consistente (GARCIA, 2018).

Ainda conforme Garcia (2018), o Brasil é um país rico em recursos naturais, o que torna viável a diversificação e realocação de recursos energéticos, de tal forma que sejam complementares entre eles. A energia eólica conta com tal característica de complementaridade devido a questões de sazonalidade que permitem sua harmonização, já que em tempos de seca o vento permanece constante e forte.

Corroborando com as expectativas de novas fontes renováveis de energia, e os avanços tecnológicos atuais e o crescimento populacional maciço têm ampliado a demanda de energia, e ela é o pilar do desenvolvimento econômico e social, tendo todas as atividades residenciais e industriais com necessidade de energia contínua para seu funcionamento. Dentre as diferentes tecnologias de energia renovável, a energia eólica é a tecnologia mais madura e de crescimento vertiginoso, com considerável utilização e potencial de comercialização global (IRFAN et al., 2020a).

Ainda, denota uma revolução indiscutível acontecendo no mundo na qual estamos nos afastando das fontes poluentes e priorizando as energias renováveis de baixo impacto ambiental, destacando-se aí a energia eólica (ABEEOLICA, 2019). Em alguns países isso está ocorrendo rapidamente e há outros ainda lentos nesta transição. Independente da velocidade, o fato é que esta mudança é irreversível e devemos nos engajar para que ela aconteça de forma cada vez mais eficiente e rápida em todo o mundo (AQUILA et al., 2016; DIUANA; VIVIESCAS; SCHAEFFER, 2019).

A intensificação do uso da eletricidade e o contínuo esgotamento das fontes de energias não renováveis, associadas às exigências estratégicas das políticas ambientais pautadas na redução da poluição e na adoção de fontes energéticas alternativas e renováveis, impulsionaram a diversificação de novas fontes geradoras de energia a serem exploradas. Tal situação ganha destaque em uma conjuntura na qual a energia é o principal insumo deste desenvolvimento econômico respaldado na produção em massa, que busca todos os dias ampliar seu mercado consumidor (DE JONG et al., 2016; VARGAS et al., 2019).

A constante preocupação da comunidade internacional com as mudanças climáticas e em sequência os esforços para reduzir as emissões de GEE levaram à aceleração da procura por opções que pudessem prover as necessidades econômicas e, além de tudo, causassem menos impactos ambientais. Entre as medidas mais comuns está o desenvolvimento das fontes renováveis de energia, uma vez que o setor de energia é responsável por cerca de dois terços das emissões globais de GEE (GWEC, 2016).

Dentro desta conjuntura, o ano de 2015 foi muito importante visto que alguns fatos certificaram que a preocupação com a mitigação da emissão de GEE continuam forte no mundo. Neste ano, os países integrantes do grupo (G7) e do Grupo (G20) firmaram importantes acordos com o propósito de acelerar os processos de instalações de fontes renováveis de energia e melhorar a eficiência energética. No referido ano, também aconteceu 21ª Conferência das Partes (COP21) em Paris, onde muitos países se pactuaram a ampliar o uso de fontes renováveis de energia (REN21, 2016).

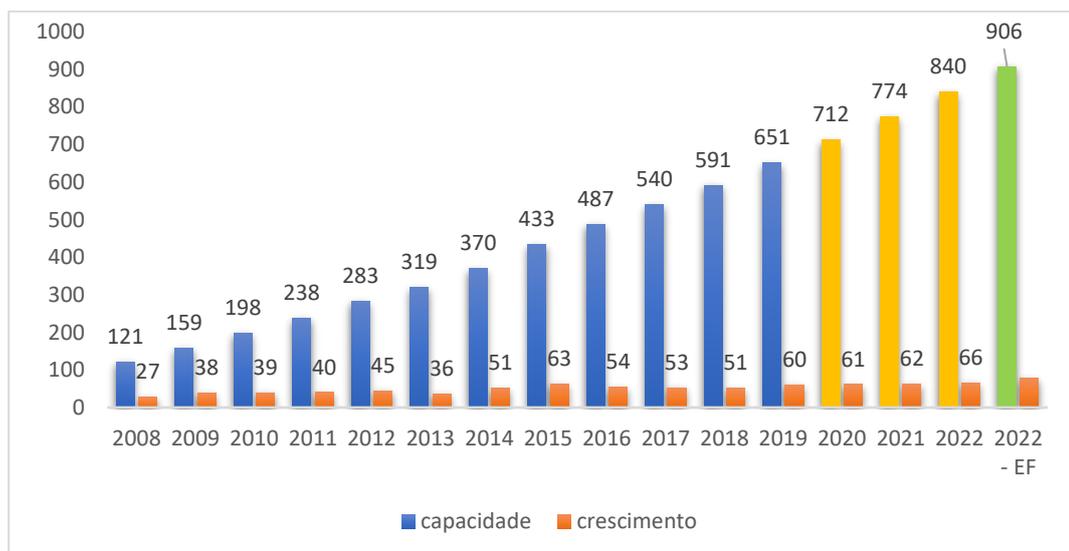
### **2.1.1. Evolução da energia eólica**

Em maio de 2018, o Conselho Global de Energia Eólica (GWEC) divulgou seu Relatório Anual Global de Energia Eólica, mostrando uma indústria madura competindo com sucesso no mercado mundial, mesmo contra tecnologias tradicionais de geração de energia altamente subsidiadas em alguns países. Mais de 52 GW de energia eólica limpa e livre de emissões foram adicionadas em 2017, levando o total de instalações a 539 GW globalmente. O mercado global de energia eólica expandiu 19% em 2019, com cerca de 60 GW de nova capacidade agregada às redes elétricas

mundiais (incluindo mais de 54 GW onshore e mais de 6 GW offshore)<sup>3</sup>. Este foi o segundo maior aumento anual de capacidade de todos os tempos, seguido de três anos consecutivos de declínio após o pico em 2015 (63,8 GW). A energia eólica offshore desempenha um papel cada vez mais importante no mercado global. A capacidade de energia eólica recém-instalada do ano de 2019 aumentou o total global em 10%, para cerca de 651 GW no total (621 GW em onshore e o quase 30 GW offshore).

Ainda conforme o GWEC (2019), o rápido crescimento da energia eólica deveu-se em grande parte aos investimentos na China e nos Estados Unidos antes das mudanças de política e a um aumento significativo na Europa, apesar da contínua contração do mercado na Alemanha. Alguns mercados emergentes experimentaram desacelerações devido a atrasos em licitações públicas e políticas de interrupção, o que impediu o investimento, embora vários mercados na África, América Latina, Oriente Médio e Sudeste Asiático tenham apresentado um crescimento notável em relação a 2018. Para 2022, o GWEC, em sua Previsão de Mercado, estima que mais de 840 GW de energia eólica estejam instalados no mundo, mantendo a taxa de crescimento em alta, mesmo que menor do que o período de 2008 a 2019 que foi de 16,7% ilustrado no gráfico 2.

**Gráfico 2** - Capacidade global, acréscimos e previsão da energia eólica em GW



Fonte: REN 21, 2023

<sup>3</sup> Onshore: é a fonte de energia renovável que se obtém a partir do aproveitamento da força do vento que sopra em terra.

Offshore: é a fonte de energia limpa e renovável que se obtém a partir do aproveitamento da força do vento que sopra em alto-mar, onde este alcança uma velocidade maior e mais constante, devido à inexistência de barreiras

A partir das previsões de crescimento da capacidade instalada da energia eólica, foi comprovado que o avanço da energia eólica superou as expectativas de crescimento da capacidade instalada, tendo alcançado 840 GW já em 2021 de energia eólica instalada e efetivamente alcançou 906 GW em 2022, sendo 842 GW onshore e 64 GW offshore (REN 21, 2023).

Fechando o ano de 2016 com um incremento mundial de 54.600 MW em capacidade instalada, notou-se um crescimento de 13% em relação ao total acumulado em 2015, um percentual baixo se comparado ao crescimento do ano de 2015 (17%), mas expressivo se comparado ao tímido ritmo de crescimento da economia mundial no mesmo período (2,3%) (GWEC, 2016).

Os dados futuros apresentados no gráfico acima referem-se a contratos viabilizados em leilões já realizados e no mercado livre, assim como novos leilões vão adicionar mais capacidade instalada para os próximos anos. A grande quantidade de nova capacidade instalada é para energia eólica onshore. Conforme o GWEC (2019), até o ano de 2010, as instalações offshore representaram cerca de 1% do total das instalações e após 2014, as instalações eólicas offshore representaram entre 5% e 8% do total das instalações (GWEC, 2019).

Efetivamente, a geração eólica tem experimentado crescimento expressivo no mundo, tendo alcançado 906 GW de potência instalada em 2022, de acordo com o Global Wind Energy Council – GWEC (2023). Desse montante, as usinas onshore participam com 92,9% e as usinas offshore com 7,1%. No decênio de 2013 a 2022, a capacidade instalada de geração eólica evoluiu à taxa média de 12,3% ao ano.

A economia da energia eólica se tornou o principal motivador para novas instalações. Fora da China (que tem uma tarifa feed-in, ou FIT, para energia eólica)<sup>4</sup> e dos Estados Unidos (que oferece créditos fiscais e padrões de portfólio renováveis estaduais, ou RPS), a demanda global por energia eólica em 2019 foi impulsionada em grande parte por outros mecanismos de política, incluindo leilões (ou licitações), que exerceram uma pressão para baixo sobre os preços (BAYER; BERTHOLD; MORENO RODRIGO DE FREITAS, 2018; GWEC, 2018).

A China instalou a maior capacidade eólica em 2019 e isso representou 23.760 MW da capacidade total instalada, seguindo com sua expansão atingindo 32.6 GW

---

<sup>4</sup> Feed-in tariff (FIT, Contrato de oferta padrão) tarifa renovável avançada ou pagamento de energias renováveis é um mecanismo utilizado por políticas públicas destinadas a acelerar o investimento em tecnologias de energias renováveis por meio da oferta de contratos de longo prazo aos produtores de energias renováveis, normalmente com base no custo de geração de cada tecnologia.

em 2022. Os EUA instalaram 9.143 MW e a Alemanha 1.078 MW da nova capacidade, também com aumento da capacidade em 8.6 GW e 2.4 GW em 2022, enquanto a Índia e a Espanha aumentaram muito a capacidade instalada em 2022, com 1.8 GW e 1.7 GW respectivamente da capacidade total instalada. Os 10 principais países responderam por 80.2% da capacidade instalada total em 2019, e em 2022 os 10 países com maior capacidade instalada responderam por 77,20 % do total produzido, demonstrando assim que vários outros países estão buscando produzir a fonte limpa eólica, e com isso diminuíram os percentuais concentrados nos 10 maiores produtores. Em medidas de capacidade eólica cumulativa, a China lidera com 36.86% da capacidade total mundial em 2022. Os EUA e a Alemanha representam, cada um, 15.92% e 6.51% da capacidade mundial. Os dados da Tabela 1 mostram a capacidade instalada e a capacidade cumulativa. O que nos chama atenção, é a grande corrida e necessidade dos países em diversificar e ampliar suas matrizes energéticas, onde fica demonstrado que no ano de 2017, os 10 principais países produtores detinham 85% de toda capacidade cumulativa mundial (GWEC, 2018), e que em 2022 este percentual diminuiu para 77,20 % de toda capacidade mundial, demonstrando assim a preocupação e a busca por novas fontes energéticas por todos os países.

**Tabela 1.** Capacidade de energia eólica instalada e cumulativa para 2022 dos 10 países mais produtivos (MW)

Posição	País	Nova Capacidade Instalada	capacidade total instalada	%
1	China	32.6	334	36.86
2	Etados Unidos	8.6	144.2	15.92
3	Alemanha	2.4	59	6.51
4	Índia	1.8	41.9	4.62
5	Espanha	1.7	29.8	3.29
6	<b>Brasil</b>	<b>4.1</b>	<b>25.6</b>	<b>2.82</b>
7	França	1.6	20.7	2.28
8	Canada	ND	15.3	1.69
9	Reino Unido	ND	14.6	1.61
10	Suécia	2.4	14.4	1.59
<b>TOTAL PAÍSES</b>			<b>699.5</b>	<b>77.2</b>
<b>TOTAL GLOBAL</b>			<b>906</b>	<b>100</b>

Fonte: GWEC, 2023

Entre 2008 e 2019, a capacidade eólica cumulativa global aumentou mais de cinco vezes conforme gráfico 2, saindo de uma capacidade de 121 GW para 651 GW. Ainda que o potencial para futuros crescimentos na capacidade eólica configure

bastante favorável, existem várias barreiras importantes que precisam ser superadas (DIÓGENES et al., 2020; SADORSKY, 2020; ZWARTEVEEN et al., 2021).

Assim, em 2021 também houve um crescimento significativo da capacidade instalada global de energia eólica, superando as previsões de crescimento e o mais importante foi que os países de forma geral adotaram a política de diversificação energética e aposta nas energias renováveis, especialmente a energia eólica. Com isso, ainda liderando em crescimento de capacidade instalada, a China instalou a maior capacidade eólica em 2021 e isso representou 30.7 MW da capacidade total instalada. Os EUA instalaram 12.7 MW e o Brasil com 3.8 MW da nova capacidade, destacando como o terceiro país com maior capacidade instalada no ano de 2021 e, também saltando para a sexta posição como país com maior capacidade instalada de energia eólica, enquanto o Vietnã cresceu em 2.7 MW de capacidade instalada e Turquia com 1.4 MW, mostrando que vários países estão em busca da inserção da energia renovável em suas matrizes energéticas. Portanto, os 10 principais países responderam por 76,7% da capacidade instalada total, diminuindo a hegemonia destes em capacidade em relação a 2019, demonstrando a preocupação de todos os países em gerar energia limpa e renovável conforme tabela 2, mostrando o Ranking Capacidade Total Instalada em GW.

**Tabela 2-** Ranking Capacidade Total Instalada (GW) 2022.

<b>Posição</b>	<b>País</b>	<b>capacidade total instalada</b>
1	China	310.6
2	Estados Unidos	134.6
3	Alemanha	56.8
4	Índia	40
5	Espanha	28.3
6	<b>Brasil</b>	21.5
7	França	19.1
8	Canadá	14.2
9	Reino Unido	14
10	Suécia	10
	<b>TOTAL PAÍSES</b>	<b>649.1</b>
	<b>TOTAL GLOBAL</b>	<b>845</b>

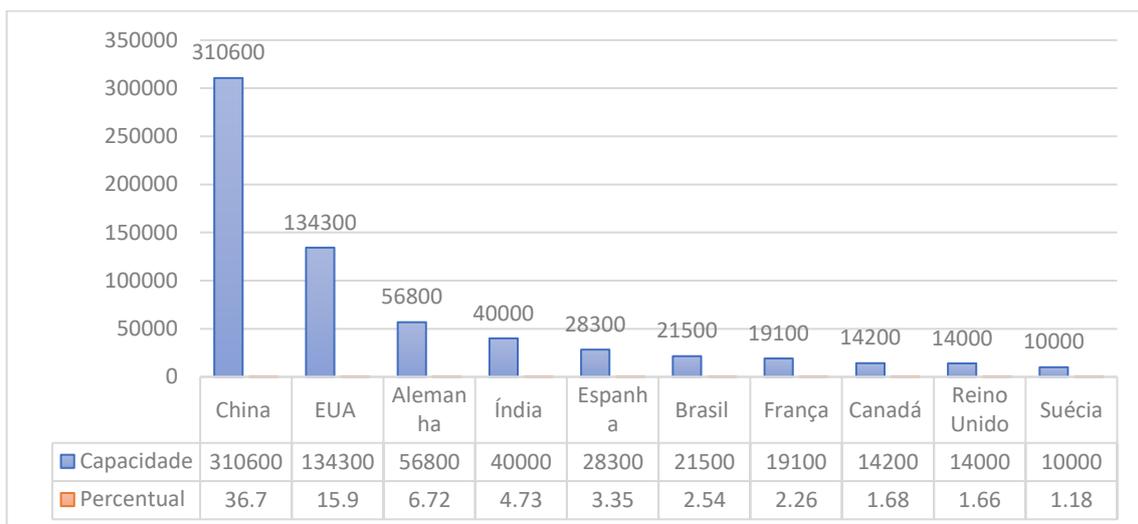
Fonte:

GWEC, 2022.

Adaptado de

Uma pesquisa sistemática da literatura de implementação e crescimento da energia eólica por Diógenes et al. (2020), conseguiu mapear algumas barreiras significativas para o desenvolvimento da energia eólica onshore. Essas barreiras abrangem falhas de mercado, distorções de mercado, questões econômicas e financeiras, barreiras organizacionais, técnicas e sociais. As chamadas falhas de mercado aparecem de um setor muito restrito e com um controle muito rigoroso, poucas informações, pouco acesso as inovações tecnológicas, falta de concorrência, custos elevados de negócios, estrutura do mercado ainda deficiente e a grande necessidade de investimentos vultuosos. Apesar das dificuldades inerentes, os principais países em capacidade instalada seguem em plena expansão, demonstrado no gráfico 3 o ranking dos mais produtivos no ano 2022.

**Gráfico 3** - Ranking dos principais países em capacidade instalada de energia eólica (MW) em 2022



**Fonte:** GWEC, 2022

De todos os países que possuem empreendimento eólicos, apenas 10 superam uma capacidade de 10.000 MW. O Brasil se juntou a esse grupo em 2016, ano em que alcançou o patamar de 10.500 MW, hoje ultrapassando o Reino Unido, Canadá e a Suécia tomando o sexto lugar no ranking mundial de capacidade instalada de 21500 MW (GWEC, 2022). Com esse avanço na capacidade de produção energética, fica evidenciado o efeito da globalização no mercado de energia eólica, enfatizando as parcerias e avanços tecnológicos, e também envolvendo enormes benefícios para a humanidade, desde melhorias na saúde até a difusão da cultura e o crescimento

econômico (LACAL-ARÁNTGUI, 2019). Ainda conforme o autor, o efeito econômico mais importante da globalização, além de reduzir os preços dos produtos, é provavelmente o aumento do comércio, mostrando a interdependência entre a inovação e o comércio.

Com base no relatório do Global Wind Energy Council (GWEC) em 2019, a energia eólica aumentou sua notoriedade nos últimos 20 anos, apesar dos inúmeros sucessos e fracassos, fornecendo energia limpa a um custo competitivo em todo o mundo. A tendência para a sustentabilidade ambiental, no entanto, intensifica a transformação da manufatura tradicional (CHANG et al., 2021). Estudos recentes demonstram que três fatores principais afetam o desenvolvimento de manufatura sustentável, como regulamentações governamentais, expectativa do cliente e economia de custos. Como parte essencial da manufatura sustentável, a indústria de energia eólica cresceu rapidamente nas últimas décadas, principalmente por causa de melhorias tecnológicas substanciais (FARGANI; CHEUNG; HASAN, 2018).

### **2.1.2 Energia eólica no Brasil**

O Brasil foi o primeiro país da América Latina a instalar um aerogerador, ainda na década de 1990. Apesar disso, a energia eólica não recebia destaque naquele período, tanto pelo preço pouco competitivo, quanto pela falta de incentivos por meio de políticas públicas (SIMAS; PACCA, 2013).

A partir da década de 2000 esse contexto mudou. Tendo como motivação a crise energética de 2001 houve a criação do Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), o qual propunha a contratação de cerca de 1.000 MW em capacidade instalada para complementação da geração hidrelétrica. A adoção de incentivos para a energia eólica, principalmente, levou sua participação em muitos países. Para os autores Simas e Paca (2013), no Brasil não foi diferente: no ano de 2002 foi criado o PROINFA<sup>5</sup>, o qual se mostrou como uma política pública efetiva voltada ao setor elétrico, proporcionando investimentos mais seguros onde uma tecnologia ainda era pouco conhecida no Brasil. O qual tinha como objetivo aumentar a participação da energia elétrica proveniente das fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH) no Sistema Interligado Nacional (SIN).

---

<sup>5</sup> Lei 10.438/2002, de 26 de abril de 2002

Entre os principais benefícios socioeconômicos trazidos pelas energias renováveis podem ser citados: a inovação tecnológica e o desenvolvimento industrial; a geração distribuída e a universalização do acesso à energia; o desenvolvimento regional e local, especialmente em zonas rurais; e a criação de empregos (SIMAS; PACCA, 2013).

Neste contexto, após a crise energética de 2001, o setor elétrico brasileiro passou por um ciclo importante de crescimento que incentivou investimentos em novas fontes para o sistema elétrico brasileiro. Em destaque, a energia eólica foi uma das fontes mais desenvolvidas, respondendo por mais de um quinto da expansão da capacidade da matriz elétrica brasileira entre 2012 e 2016 (MARTINS et al., 2018).

Pode-se considerar que, na história da energia eólica brasileira, o ano de 2019 é um ponto de inflexão. Comemora-se dez anos do primeiro leilão exclusivo para a fonte eólica, assumindo o segundo lugar na matriz elétrica e passando de cerca de 600 MW para 15,45 GW de capacidade instalada de energia eólica na última década (ABEEÓLICA, 2019). A evolução da capacidade instalada neste período fica ilustrada no gráfico 5 a seguir. Em 2019, foram instalados 38 novos parques eólicos, num total de 744,95 MW de nova capacidade. Os estados contemplados com os novos empreendimentos foram Bahia, Rio Grande do Norte e Maranhão.

Importante esclarecer que essa nova capacidade ficou abaixo dos resultados dos anos anteriores. Isso se explica pela não realização de leilões entre o final de 2015 e 2017, assim demonstrado na tabela 3 abaixo:

**Tabela 3:** Nova capacidade instalada no Brasil 2019 em (MW)

UF	Potência (MW)	Parques	Nº de
BA	501.9		30
RN	145.85		5
MA	97.2		3
<b>TOTAL</b>	<b>744.95</b>		<b>38</b>

Fonte: ANEEL, 2019

Com o incremento dos 38 novos parques eólico, o ano de 2019 terminou com 620 usinas no total e 15,45 GW de potência eólica instalada, o que representou um crescimento de 5,07% de potência em relação a dezembro de 2018, quando a capacidade instalada era de 14,70 GW (ABEEOLICA, 2019).

Em 2022, foram instalados 109 novos parques eólicos, num total de 4,05 GW de nova capacidade e 10,9 MW de capacidade repotenciada. Foi um ano recorde de instalações de nova capacidade eólica. Vale salientar que, em 2021, já havia atingido um recorde com a instalação de 3,83 GW. E em 2022, ultrapassou a barreira de 4 GW de nova capacidade instalada, somando-se as potências em operação comercial e teste.

O ano de 2022 terminou com 904 usinas e 25,63 GW de potência eólica instalada, o que representou um crescimento de 18,85% em relação a dezembro de 2021, quando a capacidade instalada era de 21,56 GW. Assim demonstrado na tabela 4 abaixo:

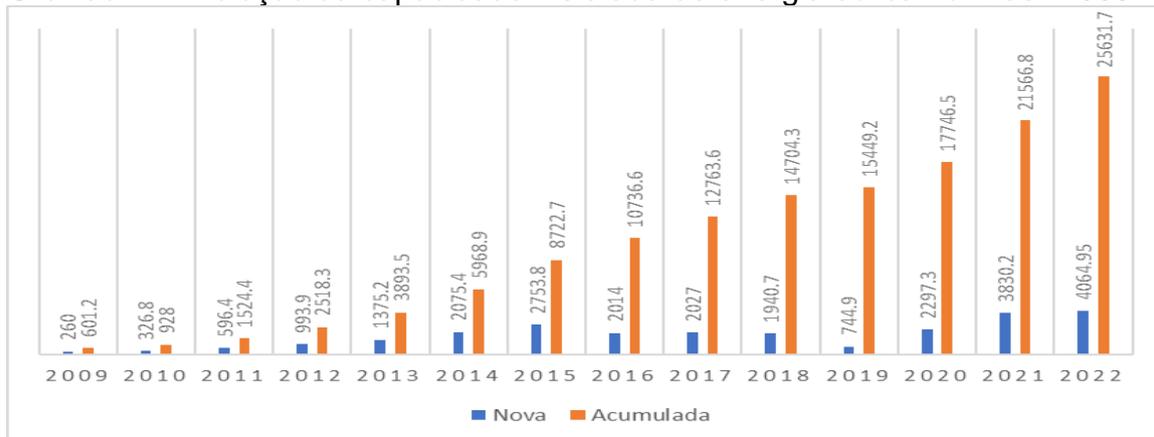
**Tabela 4:** Nova capacidade instalada no Brasil 2022 em (MW)

UF	Potência (MW)	Nº de Parques
BA	1674,06	52
PI	1086,8	24
RN	963,89	26
PE	164,4	4
PB	93,5	2
CE	71,4	1
<b>TOTAL</b>	<b>4054,05</b>	<b>109</b>

Fonte: ANEEL, 2023

A capacidade instalada de 15,45 GW é composta por 15,37 GW de parques em operação comercial (99,54%) e 0,07 GW de operação em teste (0,46%). O gráfico 4 mostra a evolução da capacidade instalada<sup>6</sup> ao longo do ano de 2019 até o ano de 2022, considerando as condições em operação e apta a operar.

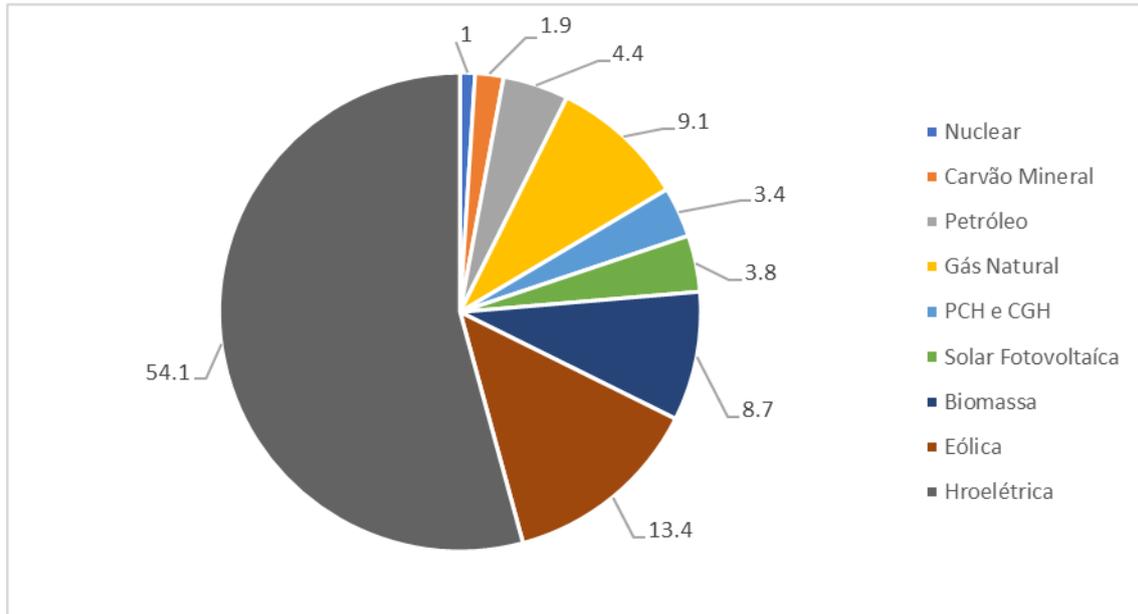
<sup>6</sup> Considera o valor de capacidade instalada de unidades geradoras em operação comercial e em teste definido em ato regulatório, na barra da usina. Considera a data de reconhecimento como operação a data de início de operação em teste da primeira unidade geradora do parque eólico definida em ato regulatório.

**Gráfico 4 - Evolução da capacidade instalada de energia eólica no Brasil 2009-2019**

Fonte: GWEC, 2023

O ano de 2020 também representou um avanço para o setor, onde a energia eólica continuou a crescer e acaba de atingir a marca de 18 GW de capacidade instalada, em 695 parques eólicos e mais de 8.300 aerogeradores. Os dados foram divulgados no dia 18 de fevereiro de 2021, pela ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica, instituição que reúne cerca de cem empresas da indústria eólica, incluindo fábricas de aerogeradores, de pás eólicas, operadoras de parques eólicos, investidores e diversos fornecedores da cadeia produtiva.

Desta forma, considerando todas as fontes de geração de energia elétrica, que compõem a matriz energética brasileira, em 2020, foram instalados 2,61 GW de potência, cujo crescimento foi liderado principalmente pelas fontes hidrelétrica e eólica. A nova capacidade eólica instalada em 2022 fez a fonte atingir uma participação de 13,40% da matriz elétrica brasileira, conforme ilustrado no gráfico 5 que apresenta a participação de todas as fontes de geração na matriz elétrica brasileira no fim de 2022.

**Gráfico 5 – Matriz elétrica brasileira em 2022 (GW)**

Fonte: SIGA/ANEEL, (atualizado em 17/11/2023)

O desenvolvimento da energia eólica no Brasil pode ser apontado como um caso de referência para uma combinação de política energética e política industrial. Embora as políticas para outros usos econômicos do mar, como a indústria de petróleo e gás, estejam bem estabelecidas no Brasil, a regulamentação do setor de energia eólica offshore ainda está em desenvolvimento (ORESTES et al., 2020).

A geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e autoprodutores atingiu 656,1 TWh em 2021, resultado 4% acima de 2020. As centrais elétricas de serviço público, participaram com 82,6% da geração total. A geração hídrica, principal fonte de produção de energia elétrica no Brasil, reduziu -8,6% na comparação com o ano anterior.

A geração elétrica a partir de não renováveis representou 22,6% do total nacional, contra 16,8% em 2020. Entretanto é importante destacar a evolução do gás natural que ao longo dos últimos dez anos ao deslocar o óleo combustível e o diesel, contribuiu para minimizar as emissões provenientes da geração de eletricidade a partir de fontes não renováveis. Importações líquidas de 23,1 TWh, somadas à geração nacional, asseguraram uma oferta interna de energia elétrica de 679,2 TWh, montante 0,3% superior a 2020. O consumo final foi de 570,8 TWh, representando uma expansão de 5,7% em comparação ao ano anterior (EPE, 2022).

Ainda segundo o EPE (2022), O Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 53,4% da oferta interna. Considerando que quase a totalidade das importações são oriundas da usina de Itaipu, a fonte hídrica atinge em torno de 57%. As fontes renováveis representam 78,1% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável.

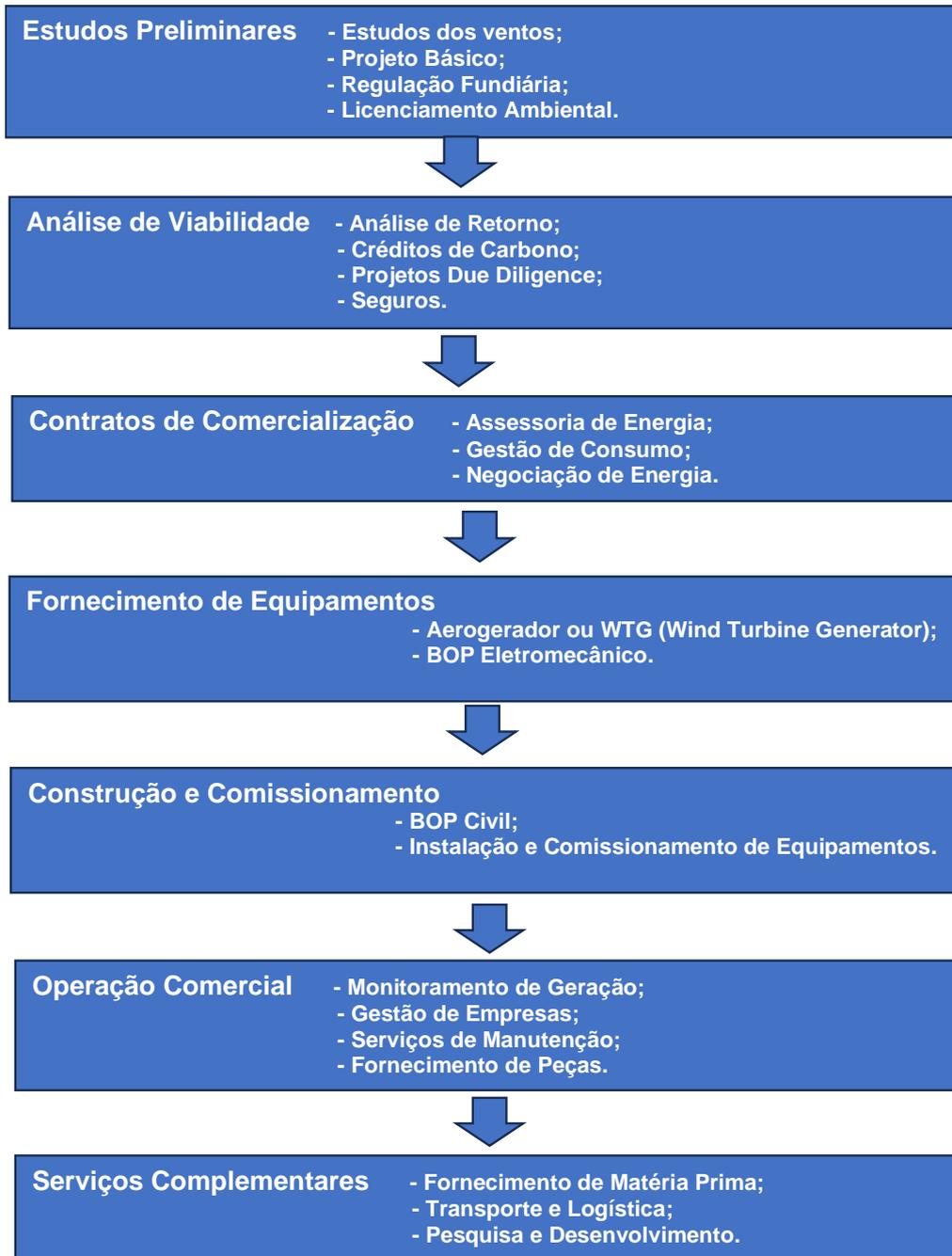
Ainda considerando todas as fontes de geração de energia elétrica, em 2022, segundo a ANEEL foram instalados 7,97 GW de potência e a eólica foi a fonte que mais cresceu, representando 51,03% da nova capacidade instalada no ano. A nova capacidade eólica instalada em 2022 fez a fonte eólica atingir uma participação de 13,4% da matriz elétrica brasileira, conforme ilustrado no gráfico que apresenta a participação de todas as fontes de geração na matriz elétrica brasileira no fim de 2022.

### **2.1.3 Cadeia de Valor da Energia Eólica**

O Estudo de cadeia de valor da energia eólica, tem por objetivo avaliar cenários a respeito do estágio atual do segmento de energia eólica no Brasil. Procura-se identificar oportunidades, desafios e perspectivas futuras. Refere-se a um estudo que apresenta os principais caminhos propulsores para o desenvolvimento da cadeia de valor da energia eólica, levando em conta o planejamento e a expansão da tecnologia no contexto nacional.

O fluxograma abaixo demonstra a visão geral dos processos envolvidos na implantação de projetos de geração de energia eólica. Empreendimentos de larga escala, levando em consideração a dimensão dos investimentos circundados e o grau de complexidade técnica, habitualmente passam por todos os estágios apresentados. Os procedimentos a seguir são apropriados para projetos de diferentes finalidades, seja a incorporação à cadeia centralizada através da comercialização via leilões, contratos fixados diretamente entre produtor e consumidor (ACL) ou para autoprodução em plantas de enorme capacidade instalada. Assim, são propostos os componentes que admitem a viabilização e consequente geração de valor obtida na Cadeia da Energia Eólica. Mostrado na figura 2.

**Figura 2:** cadeia de valor da energia eólica



Fonte: adaptado pelo autor

### **Estudos Preliminares**

Os Estudos Preliminares compreendem as etapas iniciais de um processo de análise de capacidades para implantação de parques eólicos. É por meio de desses estudos que são mensurados a disponibilidade de ventos, a viabilidade de utilização das

áreas identificadas e o cumprimento de condições técnicas mínimas preliminares à realização do investimento.

#### - Estudo dos Ventos

Os estudos de ventos constituem etapa primária na avaliação do potencial eólico. Possuem diversas avaliações de potencial eólico como o “Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, atlas eólicos estaduais” e estudos autônomos que recomendam regiões de maiores incidências e velocidade de ventos. Para tanto, são necessárias que seja colocadas torres de medição, chamadas de anemômetros, da constância e velocidade da movimentação do ar para reconhecimento das áreas mais apropriadas para implantação de aproveitamentos eólicos. Esses estudos são indispensáveis para a habilitação dos projetos tanto para autoprodução, quanto para futura venda da energia nos mercados livre e regulado, assim como serem exigências para a aquisição de financiamento para sua implantação.

Para execução dos estudos são indispensáveis máquinas e equipamentos de medição, tais como o anemômetro e software de análise de dados, serviços de qualificação das áreas para instalação das torres de medição, coleta e tratamento dos dados produzidos.

#### - Projeto Básico

Após a caracterização do regime de ventos da região de interesse, pode ser fomentada a realização dos estudos de projeto básico do parque eólico. O projeto tem como propósito classificar a melhor acomodação das estruturas dos aerogeradores, mensurando assim a planta do parque eólico e efetivando os estudos de engenharia apropriados ao dimensionamento da potência instalada e da geração de energia do parque eólico. Informações técnicas dos equipamentos, como altura das torres, diâmetro do rotor, potência nominal das turbinas e projetos construtivos prévios, como estradas de acesso, fundações para torres, edificações etc. também são decorrentes dos estudos de projeto básico. Esta etapa corresponde exclusivamente de prestação de serviços, que englobam descrições topográficas, sondagens, verificação energética e arranjo das unidades geradoras.

#### - Licenciamento Ambiental

Os parques eólicos são submetidos aos processos de licenciamento ambiental por meio da legislação ambiental CONAMA, Resolução nº 462/2014, que Altera o inciso IV e acrescenta § 2º ao art. 1º da Resolução CONAMA nº 279/2001 que estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA n.º 279, de 27 de julho de 2001, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e em alguns cenários aos processos simplificados de licenciamento, em virtude de serem empreendimentos de baixo impacto .

Como análise comparativa entre os parques eólicos do interior da Bahia, como é o caso do Complexo eólico Alto Sertão, em relação a parques situados no litoral como alguns do Rio Grande do Norte e Ceará, em que os parques eólicos estão localizados em sua maioria em regiões de formações como dunas e mangues, mata atlântica, zonas costeiras, zonas de amortecimento de umidade, áreas usadas por aves migratórias e áreas em que vivem espécies ameaçadas de extinção ou de endemismo restrito, considera-se que o empreendimento é de alto risco e que, portanto, é exigida a elaboração dos estudos de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA), em todos os projetos a serem implantados em território nacional. Nestes estudos são retratados os impactos referentes a ruído, mudança de paisagem, eliminação vegetal, patrimônio histórico e cultural, uso e ocupação do solo e influências socioeconômicas na região com o propósito de se avaliar e estabelecer estratégias para diminuir e/ou atenuar esses impactos.

Neste caso, o complexo eólico Alto Sertão, demonstra a vantagem competitiva, por não fazer parte de uma região considerada de alto risco, pois no semiárido essas situações não são observadas. Esta fase corresponde exclusivamente de prestação de serviços, que compreendem coletas de dados de fauna e flora, estudos a respeito do impacto na população e coletas de dados para preparação e formalização da documentação juntamente aos órgãos ambientais competentes.

#### - Regularização Fundiária

As terras selecionadas e aproveitadas para implantação dos parques eólicos são produtos de acordo direto entre empreendedores e os proprietários dessas terras.

É necessário fazer um levantamento das terras e a demarcação das áreas selecionadas e efetivadas. Entre os empreendedores e os proprietários são firmados contratos de arrendamento dos terrenos com remuneração baseada dentro dos acordos firmados. Esta fase corresponde exclusivamente de prestação de serviços, que englobam aferição e demarcação das terras, negociação com proprietários, preparação e protocolo da documentação ligado aos cartórios e órgãos especificados.

### **Análise de Viabilidade**

Na fase de Análise de Viabilidade são efetuadas as abordagens dos itens que concernem aos quesitos de viabilidade econômica dos novos empreendimentos eólicos. Verificar o atendimento à Taxa Interna de Retorno (TIR) esperada pelos investidores, identificar os valores e disposições dos fornecedores, analisar a negociação de créditos de carbono, reconhecer as perspectivas comerciais do projeto e avaliar os custos de cobertura de riscos do empreendimento. São esses estudos que norteiam a tomada de decisão dos empreendedores.

#### **- Análise de Retorno**

Nesta fase são efetuadas as análises financeiras com o propósito de assegurar a viabilidade econômico-financeira do empreendimento como negócio próspero. A receita do parque eólico, alicerçado na perspectiva de produção de energia e no rendimento com a venda da energia gerada, é comparado com todo o investimento efetivado para instalação do parque eólico, englobando gastos com compra de equipamentos, obras civis, instalações eletromecânicas e outros custos associados. Para efetivar esse tipo de análise o empreendedor precisa definir qual o mecanismo de negociação da energia. No ambiente de contratação regulado (ACR), a venda é feita através de leilões realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), e a outra possibilidade é a comercialização da energia no ambiente de contratação livre (ACL), onde os fornecedores de energia e os compradores têm autonomia para negociar a compra de energia.

#### - Contratos Fornecedores

Para a contratação de fornecedores de serviços e equipamentos, o empreendedor estabelece o termo de referência de fornecimento, onde indica as características e especificidades esperadas dos equipamentos e busca no mercado averiguar os diferentes fornecedores pleiteando melhores preços e condições que atendam às necessidades determinadas. O empreendedor fecha pré-contrato com o fornecedor da Nacele (turbina) e este por sua vez acerta com os fornecedores dos demais componentes e subcomponentes. Em fase futura, mediante êxito na comercialização da energia nos preços conjecturados os contratos são assinados de forma definitiva.

#### - Crédito de Carbono

A partir da assinatura do Protocolo de Kyoto, onde as nações se comprometeram a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, constituiu-se um mercado de cotas de emissão de carbono, os créditos de carbono. Observando que, como resultado da COP18, realizada em dezembro de 2012 em Doha, no Qatar, o Protocolo de Quioto foi prorrogado até o dia 31 de dezembro de 2020. E o Protocolo de Quioto foi substituído pelo Acordo de Paris, em 2015. Em princípio, os países industrializados ainda têm obrigações sob o Protocolo de Quioto, mas um tratado posterior, denominado o Acordo Climático de Paris de 2015, agora o substitui. Como as usinas Eólicas não são emissoras de CO<sub>2</sub>, elas são elegíveis para obtenção dos créditos de carbono e sua futura comercialização, o que pode oportunizar um aumento no fluxo caixa das empresas.

#### - Projetos Due Diligence

Os serviços de projetos Due Diligence, que significa diligência prévia e tem como objetivo analisar e mitigar riscos de possíveis parcerias, e que toda aquisição ou fusão nos negócios envolve riscos significativos. Desta maneira, se justificam apenas nas situações nas quais o executor dos estudos preliminares dos parques eólicos, incluindo pré-contratos firmados, não é o mesmo agente responsável pela

implantação dos projetos. Assim, asseguram o cumprimento das condições aprovadas em todos os instrumentos vigentes firmados.

#### - Seguros

Os empreendimentos são negociados com seguradoras de grande porte as soluções de proteção para os parques eólicos. Além do seguro das estruturas físicas do parque eólico, máquinas, equipamentos e construções, possui uma categoria de seguro que outorga às empresas que têm sua operação pontualmente impactadas por variações climáticas gerenciarem riscos de interrupção da geração por falta de vento.

#### **Contratos de Comercialização**

De acordo o objetivo do projeto desenvolvido pode existir ou não a assinatura de contratos de comercialização da energia, que se constitui em uma atividade aceitável a produtores de energia e consumidores. Na situação de ACL, as partes definem os termos para compra e venda direta.

O Contrato de Compra de Energia Incentivada (CCEI) tem como objeto a compra e venda de energia elétrica entre agentes de geração de energia elétrica a partir de fontes incentivadas e comercializadores. É tida como a principal maneira de venda de energia eólica no mercado livre.

No procedimento de leilão, o objeto de comercialização será firmado junto às distribuidoras pelos vencedores do leilão. Nesse tempo são publicados todos os acordos necessários para contemplar aos interesses de ambos os lados da cadeia.

#### - Assessoria de Energia

Ocorre a partir do momento que o empreendedor se encontra habilitado a inserir seu parque eólico nos leilões da ANEEL, ou seja, o projeto do parque eólico já percorreu pelos procedimentos técnicos e legais de aprovação junto à ANEEL e as licenças ambientais estão em vigor e aprovadas pelo órgão responsável, empresas especialistas nos trâmites de comercialização da energia e preparação de contratos podem ser contratadas para alicerçar o empreendedor nessa fase, bem como

assessorias financeiras, serviços bancários e jurídicos para habilitação dos projetos junto à ANEEL.

#### - Gestão de Consumo

Para empresas com consumo superior a 3MW e que ainda estão posicionadas no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), isto significa, que recebem energia do sistema interligado por meio das distribuidoras, uma possibilidade que permite a redução de custos com energia sem que necessitem se tornar produtores independentes é a transição para o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Com esse propósito é relevante fazer um estudo do consumo de energia e uma projeção de possibilidades para cada ambiente de contratação buscando opções viáveis de realizar a transição.

#### - Negociação de Energias

Fase de negociação entre os possíveis consumidores do mercado livre de energia (consumidores com demanda superior a 3MW) e as geradoras, possuidoras de projetos de parques eólicos que ainda não foram implementados. Esse modelo de negociação acontece dentro do Ambiente de Contratação Livre (ACL), onde empresas negociam seus contratos diretamente com os geradores de energia, abstendo o intermédio das distribuidoras. Essa negociação direta garante o alcance de preços muito mais competitivos visto que não estão subordinados a um intermediador que possui várias atribuições e precisão de remuneração de seus próprios investimentos. A negociação da energia pode acontecer no decorrer de qualquer etapa da cadeia, até mesmo após a conclusão do investimento e da entrada em operação comercial. A etapa correspondente no âmbito do ACR refere-se à participação no leilão ANEEL.

### **Fornecimento de Equipamentos**

A fase de Fornecimento de equipamentos é uma etapa de grande relevância, onde a participação dos bens de capital no investimento nos parques eólicos é elevada quando comparada a outras fontes de energia. Os aerogeradores representam, no Brasil, entre 70% e 80% do investimento total. Assim, financiar a

implantação dos parques eólicos é, predominantemente, apoiar aquisição e implantação dos aerogeradores, representando desta maneira os altos investimentos de implantação dos parques eólicos (BOLINGER; WISER, 2009; MARTINS et al., [s.d.]). É nesse momento que as máquinas assumem o protagonismo da cadeia. Com grande valor agregado e desenvolvimento tecnológico associado, os aerogeradores são os grandes impulsionadores da indústria de bens de capital relacionados à energia eólica. Fabricantes de componentes, subcomponentes, subcomponentes primários e peças interagem com as montadoras para integrar os equipamentos de geração de energia (ABDI, 2014).

- WTG Wind Turbine Generator (WTG) ou Aerogerador

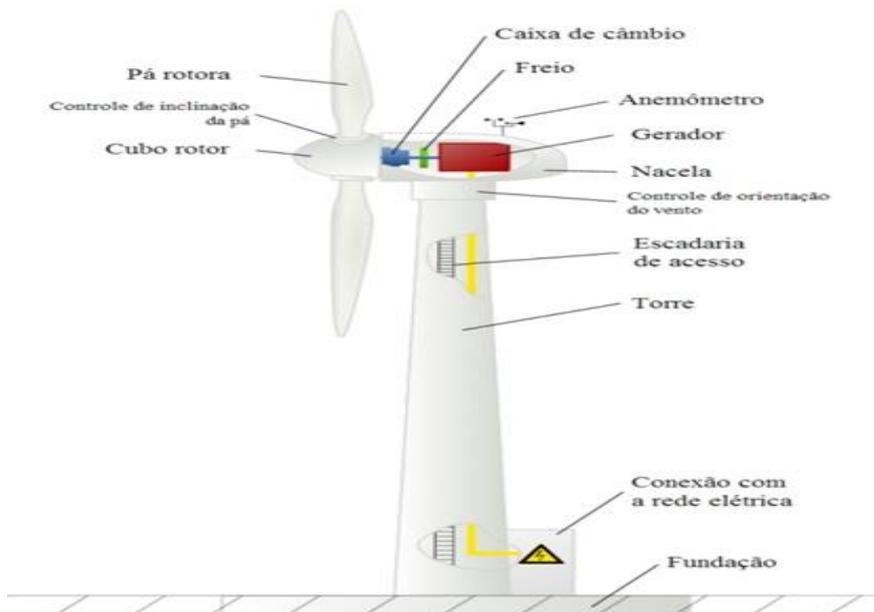
O principal item da cadeia de valor é o aerogerador. Além de ser o elemento responsável pela transformação da energia, representa, em média, 60% do investimento do parque eólico. Trata-se de uma máquina complexa, de grande porte, com capacidades variando, atualmente, entre 1,5 e 3MW (ABEEOLICA, 2020). Constituído por vários componentes e subcomponentes, o aerogerador é o elo da cadeia que envolve maior número de agentes.

Os aerogeradores possuem três elementos principais, que são o rotor, o eixo e o gerador. Vários elementos secundários variam de acordo com o tipo e projeto do aerogerador. Sucintamente, o rotor é o conjunto das pás e cubo do aerogerador responsável por capturar a energia no vento; o eixo é o elo que transfere a energia captada no rotor para o gerador; e o gerador é o responsável pela conversão de energia mecânica em elétrica. (ABDI, 2014).

Existem dois tipos básicos de rotores, os de eixo vertical e os de eixo horizontal, sendo a maioria das turbinas eólicas de eixo horizontal, com três pás que rodam em torno de um eixo horizontal que deve permanecer alinhado com a direção do vento. O rotor com três pás é mais comum devido ao compromisso entre a eficiência aerodinâmica, custo, velocidade de rotação, peso, estabilidade e ruído (EPE, 2016).

O aerogerador é constituído pelos seguintes componentes básicos: torre; pás, cubo do rotor, eixo, nacele, gerador, e, dependendo da tecnologia, caixa de engrenagem, conforme figura 3.

**Figura 3:** aerogerador e componentes.



Fonte: [www.gluon.com.br](http://www.gluon.com.br) (2014)

**Nacele:** A nacele é a carcaça montada sobre a torre que contém uma série de componentes e subcomponentes tais como: eixo, gerador, caixa multiplicadora (quando usada), transformador, sistema de Yaw etc. O eixo principal, construído em aço ou liga metálica de alta resistência, é o responsável pelo acionamento do gerador, transferindo a energia mecânica da turbina. O gerador transforma a energia mecânica de rotação em energia elétrica. Segue o quadro 1, detalhando os componentes e subcomponentes da nacele.

Quadro 1 – componentes e subcomponentes da nacele

Componente	Subcomponentes	Subcomponentes primários
	Elementos estruturais	
	Talha	Quadro principal (main frame) Quadro traseiro (rear frame)
	Carenagem da nacele	
	Acessórios	Bastidor
		Parafusos estruturais
	Eixo principal	Resina epóxi ou poliéster Tecido de fibra de vidro

<b>Nacele</b>	Rolamento Yaw Sistema de Yaw	Luzes de sinalização
		Anemômetro (medidor de velocidade do vento) Sensor de direção do vento
		Outros sensores
	Conversor/Inversor Transformador Sistema de freios	Para-raios
		Rolamentos do eixo principal Sistema de lubrificação
	Sistema de travamento do rotor Painel de proteção elétrica Cabos/barramento	Sistema de acionamento do Yaw (motorreductor) Painel de controle do Yaw
Unidade hidráulica		
Sistema de refrigeração da nacele		
Slip Ring		
Aerogerador com caixa	Gerador Caixa Multiplicadora	Habitáculo
		Engrenagens planetárias
		Rolamentos Mangueiras
		Sistema de torque
		Sistema de lubrificação
		Sistema de resfriamento
Aerogerador sem caixa	Gerador – Estator	Elementos estruturais do estator
		Resina de impregnação
		Núcleo magnético Bobinas
		Elementos estruturais do rotor
		Tampa do rotor

Fonte: ABDI (2014)

**Torres:** As torres são as estruturas responsáveis pela sustentação e posicionamento do conjunto rotor-nacele a uma altura conveniente ao seu funcionamento. As torres podem ser do tipo cônica ou treliçada e construídas a partir de diferentes materiais, podendo ser de aço laminado, concreto protendido ou aço galvanizado.

Nos parques eólicos instalados no Brasil são mais comuns as torres cônicas de aço e as híbridas de aço e concreto. Segue o quadro 2, detalhando os componentes e subcomponentes das torres.

Quadro 2 – componentes e subcomponentes das torres

Componente	Subcomponentes	Subcomponentes primários
Estrutura torre de aço	Chapas de aço laminado Flanges Fixadores (parafusos ou elementos de conexão) Portas Escotilhas Revestimentos (pintura)	
Estrutura torre de concreto	Concreto (pré-moldados) Moldes Insertos metálicos Cabos de aço de protensão Revestimentos (pintura) Produtos de montagem dos pré-moldados (adesivos)	Cimento, areia, brita, água, aditivos plastificantes
Elementos internos	Escadas Elevador Plataformas Suportes (brackets) e acessórios Sistemas de proteção contra quedas Guard-rails Passa-cabos (pipe-rack ou eletrodutos) Cabos Iluminação	Etiquetas de identificação  Cabo, fixador, trava-queda, correia, corda  Cerca, porta da cerca

Fonte: ABDI (2014)

**Rotor:** O rotor compreende basicamente as pás – três por aerogerador (tipo comercial de grande porte mais comum) – e o cubo onde são fixadas. As pás são os elementos que interagem diretamente com o vento. São perfis aerodinâmicos de 30 a 70 metros de comprimento fabricados em material compósito – resina epóxi ou poliéster reforçada com fibra de vidro e/ou carbono. Outro componente da pá é a raiz de inserção (ABDI, 2014).

Trata-se de um item crítico, fabricado separadamente, mas que depois é integrado à pá. Este item é ligado ao cubo do rotor de turbina utilizando-se fixadores

de metal (T-bolt) colados ou fixados mecanicamente na raiz. As pás são fixadas em uma estrutura metálica à frente do aerogerador (à frente da nacelle) denominada cubo. O cubo é uma peça única de ferro fundido, de alta precisão de fundição e usinagem, construída com liga de alta resistência. Seu custo é de aproximadamente 1,4% do custo do aerogerador (ABDI, 2014). Segue o quadro 3, detalhando os componentes e subcomponentes do rotor.

Quadro 3 – componentes e subcomponentes do rotor

Componente	Subcomponentes	Subcomponentes primários
Pás	Estrutura da pá (casco externo, mastro interno ou alma e raiz de inserção)	Resina epóxi ou poliéster Tecido de fibra de vidro Tecido de fibra de carbono Espuma de PVC  Madeira Balsa  Massa e revestimento de proteção
	Fixadores (parafusos T-bolt) e porcas (Barrel Nut) Sistemas acessórios	Sistema antirraios  Sistema antigelo
Cubo	Carcaça do cubo (fundido e usinado) Carenagem do cubo	Resina epóxi ou poliéster Tecido de fibra de vidro Anel
	Rolamento do passo (pitch)	Base
	Sistema do passo (pitch)	Acionamento do passo / motor redutor Painel de controle do passo
	Extensores Sistema de lubrificação	Bloco hidráulico para controle do passo Cilindros do passo

Fonte: ABDI (2014)

#### - BOP Eletromecânico

BOP é a sigla de Balance of Plant e reúne todos os componentes e sistemas auxiliares necessários à entrega de energia. Montagem das demais conexões necessárias para o funcionamento pleno do parque, equipamentos elétricos, transformadores, transmissão interna, subestação de elevação, cabeamentos, inversores, automação dos processos.

## **Construção e Comissionamento**

A etapa de construção compreende as atividades de engenharia encarregadas em construir os parques eólicos. São muitas obras e implantações necessárias para a disponibilização da usina eólica para a operacionalização. Para implantar os parques eólicos, é necessário realizar algumas atividades antes para a implantação dos aerogeradores. Infraestrutura de base como vias de acesso internas e externas, construção civil, concretagem das bases dos aerogeradores, obras elétricas, e a montagem in loco dos aerogeradores são alguns exemplos. Essa etapa é considerada o pico de demanda da cadeia, envolvendo grande número de profissionais e diferentes tipos de equipamentos e maquinário.

### **- BOP Civil**

Para implantação dos parques eólicos é necessário realizar um pacote de atividades prévias à instalação dos aerogeradores. Criação de infraestrutura de acesso que viabilize a chegada dos equipamentos de grande porte à área dos parques como alargamento de vias, asfaltamento, pontes, adequação de raio das curvas, fundações em concreto para suporte das torres, construção de infraestrutura de operação dos parques, tais como escritório de comando, alojamentos, armazém de equipamentos. Esta etapa pode envolver maior ou menor complexidade, a depender da localização e dificuldade de acesso dos locais de instalação.

### **- Instalação e Comissionamento de Equipamentos**

Montagem das estruturas do aerogerador, torres, nacelle, rotor, pás, transformador, realização de testes e conexão à rede para que possa ter início a operação comercial do empreendimento.

## **Operação Comercial**

A operação comercial das usinas tem início e, em complemento deve ser iniciada a rotina de manutenção das usinas de energia eólica. Esses procedimentos visam o melhor funcionamento da estrutura, com a maior entrega de energia possível, buscando eficiência energética máxima e perdas mínimas.

#### - Monitoramento da Geração

Após a implantação do parque e comissionamento o empreendedor, produtor de energia, passa a supervisionar a geração de energia buscando o cumprimento dos contratos e a analisar o desempenho da produção objetivando à identificação de possíveis falhas.

#### - Gestão de Empresa

Os parques eólicos são empresas com demandas gerenciais habituais a todos os negócios. Possuem vários processos internos essenciais ao bom funcionamento da empresa como emissão de faturas, elaboração de demonstrações financeiras, gerenciamento de prestadores de serviços, gestão de funcionários.

#### - Serviços de Manutenção

Os produtores de energia normalmente terceirizam as atividades de operação e manutenção do parque eólico, como controle da produção de energia e planos de manutenção preventiva. Essas atividades são contratadas principalmente dos fornecedores dos aerogeradores na forma de serviço de pós-venda de longo prazo, geralmente negociados no ato da aquisição dos equipamentos.

#### - Fornecimento de Peças

Durante o funcionamento e operação dos parques eólicos muitos subcomponentes (primários) e peças de menor valor agregado são necessários para realização dos procedimentos de manutenção periódica. Parafusos, fixadores, engrenagens, cabos, para-raios, escotilhas, flanges, tintas, lubrificantes, luzes de sinalização. são utilizados de maneira recorrente. No momento da fabricação dos aerogeradores esses itens são contratados pelas montadoras/fornecedoras em larga escala com fornecedores específicos para cada subcomponente primário.

## Serviços complementares

Na base da cadeia de valor estão presentes os Serviços Complementares, que são indispensáveis para o fluxo de integração entre os elos da cadeia, mas não necessariamente são serviços exclusivos do segmento de energia eólica.

Fornecimento de matéria prima: Muitos materiais são usados na fabricação de aerogeradores. Os materiais considerados mais importantes são: aço, fibra de vidro, resinas (para compósitos e adesivos), materiais para o núcleo da pá, ímãs permanentes e cobre.

Transporte e Logística: Empresas de transporte, movimentação e montagem são responsáveis respectivamente pelo transporte dos componentes até o parque e movimentação (horizontal e vertical) dos componentes.

Pesquisa e Desenvolvimento: Realização de estudos e pesquisas buscando desenvolvimento do mercado, das abordagens tecnológicas, das soluções industriais para novos materiais e técnicas.

A representação da cadeia de valor da energia eólica, demonstra ser um ponto muito importante por ter muitas oportunidades de desenvolvimento tecnológico. Pois essa tecnologia é relativamente nova e ainda se encontra na fase de acelerado desenvolvimento de introduções de inovações, que se transforma em oportunidades para o Brasil entrar nesta corrida por inovações nesta área, para isso deve-se atentar como essa cadeia de valor está organizada e preparada.

Assim podemos destacar como parte integrante da cadeia de valor da energia eólica, os fabricantes de aerogeradores, componentes e subcomponentes. Destacando aqui os maiores fabricantes de aerogeradores em operação no Brasil são: Alstom/GE; a Siemens/Gamesa; a Vestas; a Nordex/Acciona; a Wobben-Enercon.

Os fabricantes de aerogeradores são comumente chamados de montadoras, pois em grande parte recebem componentes fabricados por outras empresas e realizam a integração dos sistemas. A integração total do aerogerador acontece diretamente no parque eólico, pois nesse momento é realizada a montagem da torre e são acoplados o cubo, as pás e a nacelle. Suas unidades fabris se dedicam geralmente à montagem

da nacelle e do cubo do rotor, podendo incluir também, no caso de maior verticalização, a fabricação das torres e das pás.

Tendo em vista a estrutura produtiva presente no Brasil, faz-se relevante entender os impactos que o segmento eólico tem exercido na economia do país.

É provável identificar a possibilidade de explorar a incorporação de Pequenos Negócios na prestação de muitos serviços na cadeia de valor da energia eólica. Valem destacar as oportunidades que requerem uma gama de profissionais com maior capilaridade em função do acesso às diferentes áreas de operação dos parques em operação, em construção ou ainda em prospecção. Cabe salientar os serviços efetivos na fase de Estudos Preliminares, que envolve interação extensa com comunidades locais, especialmente as regularizações fundiária e ambiental.

As oportunidades identificadas necessitam, em muitos casos, a capacitação técnica de mão de obra para a prestação de serviços especializados. Essa precisão é ainda mais iminente nos serviços de maior complexidade operacional como manutenção e projeto básico. Em vista disso, é fundamental o aprimoramento de programas de capacitação técnica, gerencial e financeira para que pequenos negócios possam operar nesse ramo e aproveitar estas oportunidades.

De acordo com o reconhecimento da grande presença de componentes nacionais ao longo da cadeia de valor pode-se perceber que a política de conteúdo nacional obteve sucesso em oportunizar a instalação no Brasil de uma estrutura produtiva local para o atendimento às demandas de energia eólica. Entretanto, é relevante destacar que essa presença não é válida para a integralidade dos fornecedores ou dos equipamentos utilizados no país. A regra de conteúdo local imposta pelo BNDES como condição para aquisição dos recursos subsidiados do banco teve papel essencial nessa conjuntura e criou uma estrutura de fornecimento em condições de atender larga escala de investimentos.

## 2.2 COMPETITIVIDADE

Estabelecer uma precisão para o conceito de competitividade pode até significar fato fácil, porém, torna-se complexo quando se faz uma revisão do estudo da arte sobre o tema em si.

No atual ambiente empresarial competitivo, a forma de aumentar a competitividade das empresas tem sido um tema bastante aquecido e o processo de

expansão com base em vários tipos de inovações (DROBYAZKO, 2019). Os estudos existentes demonstram que o fortalecimento da liderança, estabelecimento de boas relações com os parceiros, avanços tecnológicos e os investimentos de capital, são todos eficazes para a promoção da competitividade das empresas (DUBEY et al., 2019; OROZCO et al., 2014; STOYANOVA; ANGELOVA, 2018; TAN et al., 2017). No entanto, devido ao rápido avanço tecnológico, ao aumento da concorrência, às flutuações do mercado (LIM et al., 2012), as medidas tradicionais estão lutando para manter a competitividade de forma eficaz para as empresas em turbulentos e complexos ambientes de negócios.

O uso de recursos e as emissões de GEE como resultado do crescimento populacional e econômico intensificaram o impacto sobre o meio ambiente, e a crescente evidência científica dos efeitos nocivos e das indesejáveis consequências sociais e ambientais desta tendência aumentou a pressão externa sobre as empresas para que respondam a estes desafios e tratem de questões relacionadas com as alterações climáticas e sociais e degradações ambientais (CAI; LI, 2018; LUBBERINK et al., 2017).

Além da pressão externa de se tornar mais sustentável, as empresas estão enfrentando uma crescente concorrência em razão da globalização e às novas tecnologias (CHERRAFI et al., 2018). Essa pressão associada intensificou o foco na criação de valor entre as empresas e levou a se concentrar na questão de saber se as inovações em partes podem resolver esses dois problemas, aumentando ao mesmo tempo a sustentabilidade e a competitividade (CHU et al., 2018).

A necessidade do aumento da competitividade e com a evolução contínua das coisas e o avanço da tecnologia da informação (QIN, 2011; THRAMBOULIDIS; VACHTSEVANOU; SOLANOS, 2018), muitos países estão agindo firmemente para enfatizar a importância da industrialização na economia nacional. O número de países que começam a dar importância ao desenvolvimento sustentável da indústria estão crescendo. Como resultado, avaliar os fatores determinantes da competitividade industrial tornou-se uma incumbência inadiável. A análise da competitividade da produção e seus fatores impulsionadores podem não apenas identificar efetivamente novos problemas e fenômenos no desenvolvimento da indústria, mas também promover a participação das principais economias mundiais no desenvolvimento sustentável da produção (DOU et al., 2021).

A competitividade da manufatura origina-se do conceito de competitividade industrial. As primeiras pesquisas sobre competitividade industrial remontam à década de 1980. De acordo com Michael Porter (1993), competitividade industrial é a capacidade de um país de criar um bom ambiente de negócios em um determinado setor, de forma que a indústria nacional obtenha vantagem competitiva. Ainda a análise da colaboração teórica de Michael Porter contempla uma perspectiva mais focada para os aspectos da estratégia, da produtividade e da competitividade, sob o enfoque empresarial e característica microeconômica. Depois disso, os estudiosos realizaram uma extensa pesquisa sobre a competitividade industrial, buscando a compreensão como conceito, os fatores de influência e mensuração (MONTORBIO; RAMPA, 2005; VEGA-JURADO; GUTIÉRREZ-GRACIA; FERNÁNDEZ-DE-LUCIO, 2009).

Como tal, a competitividade industrial deriva da competitividade internacional, e que fornece produtos ao mercado de forma mais eficaz e permite o autodesenvolvimento.

Apesar do tema seja parte essencial das discussões atuais, as maneiras de compreender e interpretar diferem entre os vários pesquisadores. As variadas contradições são fundamentais na maneira de medir e de reconhecer as variáveis determinantes da competitividade, pois competitividade não possui uma definição exata.

Segundo Van Duren et al. (1991), a competitividade baseia-se na habilidade de firmas e empresas, ainda que em condições de concorrência clara, manter suas margens de lucro e participação firme no mercado, isto é, a competitividade seria apreciada pelo nível de competência na tomada de ações das firmas.

Para Coutinho e Ferraz (1994), a competitividade pode ser vista como a produtividade das empresas ligada à capacidade dos governos, ao comportamento da sociedade e aos recursos naturais e construídos, e aferida por indicadores nacionais e internacionais, permitindo conquistar e assegurar fatias de mercados.

Ainda Coutinho e Ferraz (1994), diz que a competitividade de uma nação é o grau pelo qual ela pode, sob condições livres e justas de mercado, produzir bens e serviços que obedeçam com êxito aos testes dos mercados internacionais visto que, conjuntamente, mantenha e melhore os ganhos reais dos cidadãos. Competitividade é o pilar para o nível de vida de uma nação. É muito importante à expansão das

oportunidades de empregos e a possibilidade de uma nação contemplar suas incumbências internacionais.

Como visto, o ambiente competitivo leva a uma necessidade urgente de criar estratégias competitivas eficazes para sobreviver. Portanto, as empresas necessitam de um melhor entendimento sobre as inter-relações entre os fatores que determinam a competitividade e os índices para mensurá-la, considerando que o planejamento estratégico tem papel fundamental neste processo (OROZCO et al., 2014).

Para tanto, o sucesso organizacional depende fortemente da competitividade de produtos e serviços em condições de mercado em rápida mutação. Esta competitividade empresarial torna-se mais crítica para empresas baseadas em projetos como modernização da indústria que determina as vantagens competitivas de empresas em certa medida (NI et al., 2021). E a avaliação de desempenho como uma boa maneira de melhorar a competitividade, e desenvolvimento de estratégias ideais (CHIU, 2021).

Também os autores Ferraz et al. (1995), apontam duas perspectivas para o aperfeiçoamento do conceito de competitividade, que são: a competitividade revelada e a competitividade potencial. A primeira é vista como um desempenho de uma indústria ou produto. As indústrias com melhores desempenhos e com maiores participações são avaliadas como competitivas. A competitividade potencial pode ser verificada por intermédio do diagnóstico que as firmas dispõem para concorrer no mercado. Nessa, a competitividade é percebida como eficiência e pode ser concretizada por meio dos estudos das diversas alternativas estratégicas aceitas pelos agentes econômicos em detrimento das suas restrições financeiras, organizacionais, gerenciais e tecnológicas.

Assim, quanto maior o nível de competição no segmento do mercado em que a organização atua, mais decisivamente esta afirmação deve ser levada em conta. Deste modo é que mudanças ambientais de diferentes ordens – políticas e sociais, ambientais e tecnológicas, novas configurações dos atores sociais e novos concorrentes no mercado, em padrões de consumo e nos indicadores econômicos – afetam os padrões de competitividade empresarial e precisam ser consideradas no processo de tomada de decisão estratégica em organizações (MACHADO-DA-SILVA; BARBOSA, 2002).

Segundo Haguenauer (2012), demonstra os vários conceitos de competitividade em duas situações: i) competitividade como desempenho - nessa

vertente, a competitividade é de alguma forma expressa na participação no mercado (*market-share*) alcançada por uma firma em um mercado em um momento do tempo. A participação das exportações da firma ou conjunto de firmas (indústria) no comércio internacional total da mercadoria apareceria como seu indicador mais imediato, em particular no caso da competitividade internacional; ii) competitividade como eficiência - nessa versão, busca-se de alguma forma traduzir a competitividade através da relação insumo-produto praticada pela firma, e, na capacidade da empresa de converter insumos em produtos com o máximo de rendimento.

Nessa versão eficiência, a competitividade é associada à capacidade de uma firma/indústria de produzir bens com maior eficácia que os concorrentes, estando relacionada às condições gerais ou específicas em que se realiza a produção da firma/indústria cara a cara com a concorrência. Na primeira visão, é a demanda no mercado que, ao arbitrar quais produtos de quais empresas serão adquiridos, definirá a posição competitiva das empresas, sancionando ou não as ações produtivas, comerciais e de marketing que as empresas tenham realizado. Na segunda visão, é o produtor que, ao escolher as técnicas que utiliza, submetido às restrições impostas pela sua capacitação tecnológica, gerencial, financeira e comercial, definirá a sua competitividade (KUPFER, 2015).

É sabido que a possibilidade de conciliação analítica entre as duas visões encontra obstáculos. Para os que entendem a competitividade como desempenho, a eficiência na utilização de recursos produtivos definiria algumas das eventuais fontes de competitividade existentes em uma firma/indústria, mas nunca a competitividade em si, já que esta depende de muitos outros fatores, muitos deles subjetivos ou não mensuráveis.

Diversos autores certificam que o ambiente competitivo é constituído pela estrutura de mercado, pelos preceitos de concorrência e pelas peculiaridades do consumidor (HERMUNSDOTTIR; ASPELUND, 2021b; LUBBERINK et al., 2017; NI et al., 2021). Conforme estes autores, a competitividade deve ser analisada considerando o seu modo sistêmico da pesquisa em energia renovável eólica. Dessa maneira, o ponto da análise da competitividade da energia eólica deve envolver os fatores determinantes da competitividade e seus pontos focais pertinentes.

Os vários conceitos sobre competitividade podem ser complexos ou até indefinidos, o que se justifica pela problemática de resumir em poucas palavras, uma

abordagem dessa natureza. Entretanto, cabe apontar a existência de vasta literatura a respeito dos fatores e aspectos da competitividade.

O que é possível certificar que, sob o enfoque do modelo de concorrência, a competitividade deve ser estabelecida como sendo a capacidade sustentável de suportar e, de prioridade, progredir em novos mercados ou em mercados estabilizados, como é o caso da produção de energia eólica no Brasil.

### **2.2.1 Modelos de Diagnóstico e os Pontos Focais e a Competitividade:**

Esse item tem como meta a proposta de fazer uma pesquisa sobre os modelos mais utilizados para o diagnóstico de competitividade já consolidados, com o intuito de subsidiar a análise dos fatores da competitividade da energia eólica, em particular no complexo eólico Alto Sertão, no Estado da Bahia.

Os modelos de análise de diagnóstico de competitividade a serem analisados são:

- ❖ Modelo de Michael Porter – Diamante Nacional de Porter (Porter, 1993)
- ❖ Modelo do Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira – ECIB – (Made in Brazil) (Ferraz et. al., 1995)
- ❖ Modelo conhecido como: Direcionadores de Competitividade (Van Duren et. al, 1991)
- ❖ Pontos Focais do Diagnóstico de Competitividade da Energia Eólica (MARQUES et al., 2020)

#### *2.2.1.1- Modelo de Michael Porter*

Outra base teórica da competitividade industrial é o modelo de diamante de Michael Porter. Porter acredita que a competitividade industrial é a capacidade de competitividade internacional de uma nação em um determinado setor. Pode criar um bom ambiente de negócios e permitir que suas empresas obtenham vantagem competitiva (PORTER, 1993). Porter explica principalmente as vantagens da competitividade nacional sob os aspectos de elementos de recursos, demanda de mercado, indústrias de apoio e estratégia industrial. No contexto do desenvolvimento e da mudança da época, a conotação e a manifestação da competitividade nacional

estão em constante mudança. Com o surgimento e o desenvolvimento da globalização, as diferenças nos elementos de recursos e na força científica e tecnológica entre os países são cada vez mais óbvias. Todos os países competem com outros por meio de sua tecnologia.

Para Porter (1993) a competitividade das nações, conceito que envolve características políticas, sociais, culturais e econômicas do seu ambiente de negócios, influencia não apenas a qualidade de vida de suas populações, mas também o desempenho de suas empresas. Fazer análises das correlações entre as vantagens competitivas das empresas e dos países é uma situação que abrange muitos elementos com certa complexidade, tais como fatores de produção, demanda de mercado, estrutura das indústrias, desenvolvimento tecnológico, dentre outros elementos.

Segundo Porter (1993) a vantagem competitiva das nações, mostra a tentativa em avançar estudos sobre a produção internacional e relacionar a competitividade das empresas com a competitividade do Estado – nação ou economia politicamente delimitada. Para isso o autor categoriza como os determinantes da competitividade nacional, ou seja, o que caracteriza uma nação competitiva é a maneira como esses determinantes são trabalhados. Mas para Porter, antes de analisar os determinantes e da estrutura do modelo de competitividade denominado “Diamante Nacional”, o autor busca explicitar algumas características, que a priori poderia determinar um Estado a uma ordenação de competitividade como mostra figura 4, mas que as mesmas características sendo analisadas de modo individualmente não confirma a condição competitiva almejada, fazendo com que possa não atrair novos investimentos externos e empreendimento da iniciativa privada.

**Figura 4:** Características de competitividade de um Estado



Fonte: Porter (1993)

Essas características elencadas por Porter pressupõem que um estado onde as indústrias demonstrassem competitivas, elas teriam componentes competitivos. Mas, isso mostraria uma ordenação como perfeita, pois dificilmente um Estado teria todas as indústrias de diversos segmentos bem desenvolvidos.

Outra característica indica que um Estado, em que sua política cambial determina como competitivo os valores de seus produtos nos mercados externos, significará a conquista de uma vantagem competitiva.

Terceira característica destina uma postura competitiva a um Estado, o seu bom desempenho da balança comercial. Isso demonstra que somente uma balança comercial favorável, não serve como indicador exclusivo para identificar a competitividade.

A quarta, sinaliza que o crescimento das exportações é visto como indicador de uma posição competitiva a um Estado, ressaltando que alguns Estados podem não possuir uma economia estável.

A quinta, verifica como vantagem competitiva em um estado ou nação a possibilidade de gerar empregos, não somente em números, mas principalmente em qualificação adequada as inovações.

A sexta abordada por Porter, mostra que um Estado com menor custo individual do trabalho, tem a tendência a conseguir uma vantagem competitiva em relação aos

demais. Observando que estes custos menores são percebidos através da eficiência, ou seja, aumento da produtividade, gerando assim o menor custo unitário por trabalho.

Neste contexto, a interpretação para a competitividade com base em uma única característica somente, pode demonstrar uma conotação errônea do fato real. Esta busca da vantagem competitiva, seja na organização ou por atração demonstrada por um Estado, situa-se substancialmente nos ganhos de produtividade e no processo de avanço social.

Ainda conforme Porter (1993) afirma que as indústrias criam a sua própria vantagem competitiva, compreendendo ou desvendando certos modelos, sistemas e padrões novos e diferenciados, com o propósito de realmente competir em um mercado. A essa competência Porter denomina de “inovação”, sendo definida como um método novo de realizar os processos que são comercializadas, pois, segundo ele, a inovação não pode estar separada do contexto estratégico e competitivo de uma indústria.

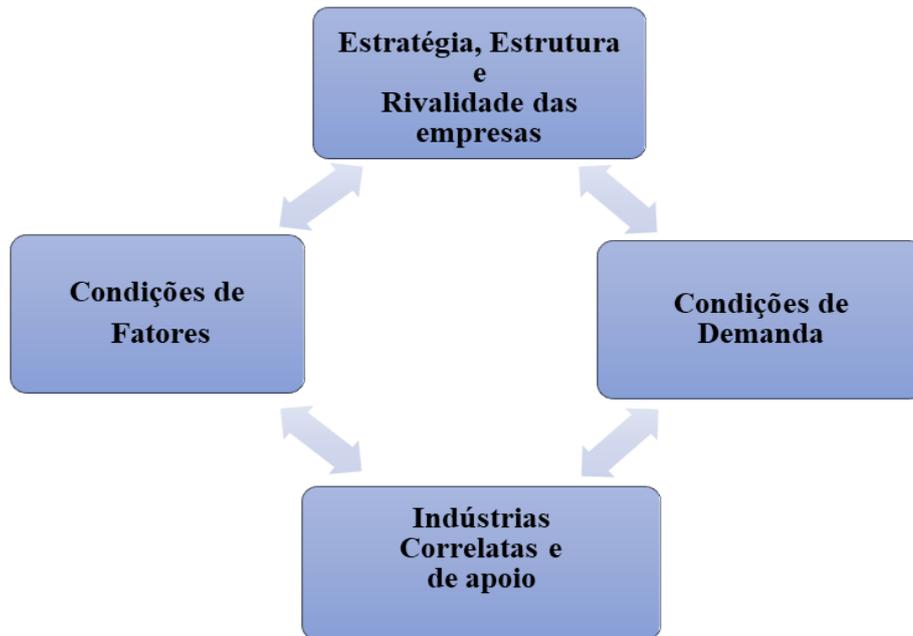
Porter, ainda declara que as indústrias geram a sua própria vantagem competitiva, assimilando ou descobrindo certos modelos, sistemas e padrões novos e diferenciados, com a intensão de efetivamente competir em um mercado. A essa capacidade Porter intitula de “inovação”, sendo estabelecida como um método novo de executar os processos que são comercializadas, pois, segundo ele, a inovação não pode estar separada do cenário estratégico e competitivo de uma indústria.

Ele defende que as indústrias devem competir por meio da formação de parcerias e alianças que trariam muitas vantagens, tais como: a) economia de escala, vinculando-se à comercialização, à produção e à montagem de modelos variados; b) ingresso aos mercados locais, com tecnologias de ponta para atender às exigências governamentais e de empreendimentos da iniciativa privada; c) repartição ou divisão dos riscos, e d) manobras das ações da concorrência numa determinada empresa.

A partir desta análise, Porter cria o seu modelo de competitividade, denominado “Diamante Nacional” ou “Diamante da Competitividade,” ilustrado na figura 5, e tenta categorizar o Estado competitivo através da análise das condições ou determinantes, sendo essas as condições de fatores; condições de demanda; indústrias correlatas e de apoio e rivalidade das empresas, que bem trabalhados conseguiriam colocar um Estado em uma posição de destaque no cenário da competitividade internacional, as nações conseguem estabelecer indústrias competitivas concedendo um ambiente dinâmico e desafiador que proporcionem e incentivem as organizações a trabalharem

de maneira inovadora. Demonstra-se que cada condição ou parte do diamante contempla uma vantagem competitiva, mas o bom desempenho está dependente à eficiência das demais.

**Figura 5:** Determinantes da vantagem competitiva de um estado (Porter).



Fonte: Porter (1993)

**Condições de fatores** - As nações possibilitam e estimulam as empresas atuarem de forma inovadora, conseguindo desta maneira consolidar empresas competitivas oferecendo ambientes dinâmico e desafiador. Essas condições fazem inferência aos recursos humanos, recursos físicos, recursos de conhecimento, recursos de capital e infraestrutura administrativa.

**Condições de demanda** – desenvolve sua análise referindo-se somente a demanda interna de um Estado. A demanda interna, funciona como elemento de pressão para a inovação e pode estabelecer o caminho e a forma da melhoria e inovação que possivelmente serão adotados por empresas locais. Essas condições abarca o procedimento dos produtos ou serviços para a indústria, levando em consideração o tamanho do mercado, a qualificação da demanda (clientes locais sofisticados e exigentes; e a demanda pouco comum em segmentos especializados).

**Indústrias correlatas e de apoio** – identificação se existe ou não indústrias abastecedoras e/ou indústrias correlatas que sejam internacionalmente competitivas, em um determinado país. A forma de potencializar a criação de vantagens

competitivas, seria por intermédio do processo de inovação e aperfeiçoamento (competitividade dos fornecedores, proximidade geográfica e cooperação para a inovação). Outras características destas indústrias correlatas e de apoio, ficando a cargo das indústrias abastecedoras e indústrias de apoio: indústrias abastecedoras, acesso rápido e eficiente aos insumos ou matérias primas; capacidade de coordenação integrantes constantes.

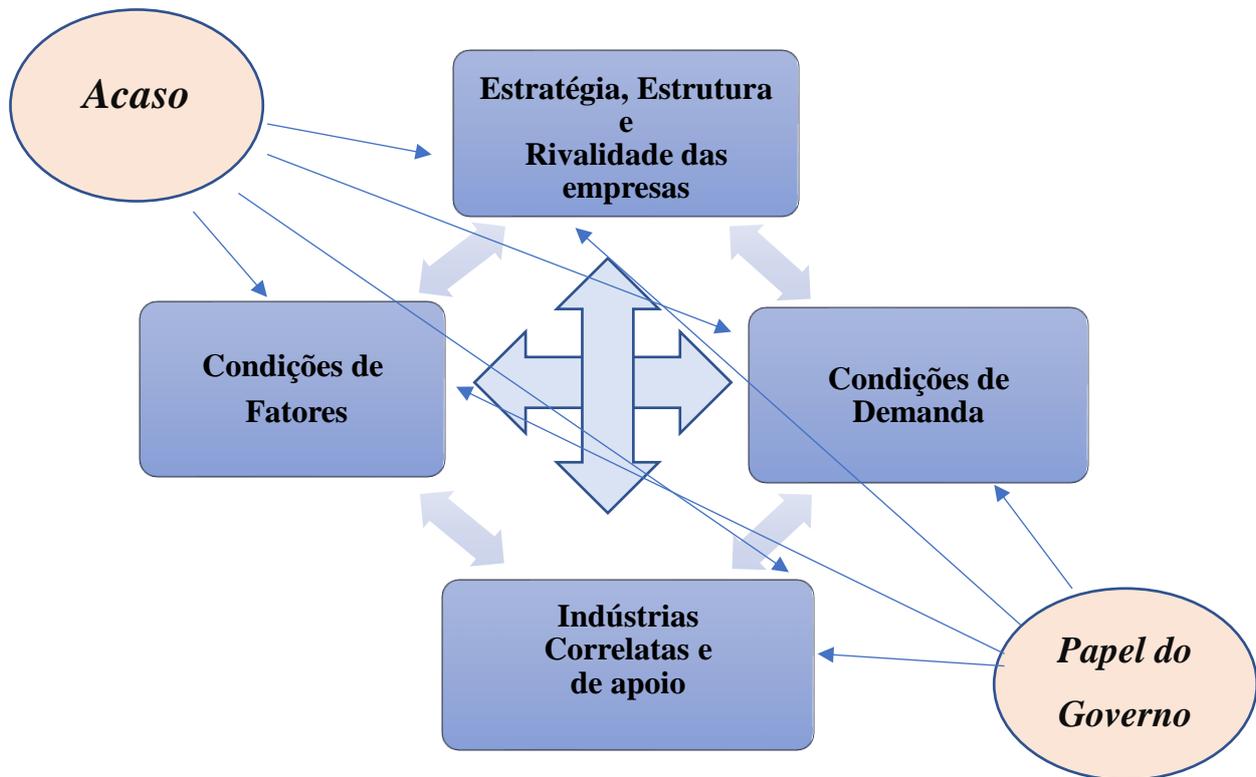
**estratégia, estrutura e rivalidade das empresas** – condição relativa que influenciam ao processo de identificação da vantagem competitiva do Estado consiste na estratégia, nas metas, os modos de organização e estrutura, e a rivalidade interna, em um país. Assim, busca-se estabelecer paralelos com associação ao comportamento das firmas no ambiente competitivo.

Em processo contínuo de análises, Porter observa que além dos quatro determinantes da vantagem competitiva nacional, ele introduz duas novas variáveis que tem a força de intervir a sistemática de modo com bastante relevância, influenciando os determinantes da vantagem competitiva nacional, que são o papel do acaso e do governo.

Para Porter (1993), ele interpreta o acaso como ocorrências ocasionais que pouco têm a ver com as circunstâncias de um país e estão fora da abrangência das firmas. Para o autor, esses acontecimentos somente poderiam influenciar o modelo diamante nacional, caso os acontecimentos possibilitem mudanças nas posições das vantagens competitivas nos segmentos de indústria. O acaso tem como exemplo claro, os boatos de mera invenção, as grandes rupturas de tecnologias, as grandes mudanças nos mercados financeiros ou taxas cambiais desgovernadas, grandes oscilações dos custos dos insumos, guerras e decisões ou eventos políticos estrangeiros, entre outros. O papel do governo, segundo o autor é de composição de vantagens competitivas dentro de uma nação. A atuação do governo pode acontecer em um dos quatro determinantes individualmente, ou poderá influir o modelo diamante de competitividade de forma generalizada.

Essas exemplificações possuiriam condições de paralisar vantagens competitivas já definidas, concebendo situações para que novos concorrentes sejam capazes de dispor no novo ambiente de competitividade. O modelo completo de análise da competitividade é conhecido como Diamante de Porter ou Diamante da Competitividade de Porter, conforme mostrado na figura 6, a seguir.

**Figura 6:** Modelo completo de Porter “Diamante da Competitividade”



Fonte: Porter (1993)

### 2.2.1.2- Modelo do Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira ECIB - (Made In Brazil)

Para Ferraz et.al. (1995), a competitividade pode ser definida como a capacidade da empresa formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhes permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado. Ela é função da adequação das estratégias das empresas individuais ao padrão de concorrência vigente no mercado específico.

Cabe destacar-se que esta explicação retrata um entendimento mais ativo, posto a competitividade está vinculada a um modelo de concorrência corrente em todo mercado.

Os autores entendem que, "dada a capacitação produtiva e tecnológica existente no país, a questão ambiental oferece a oportunidade de constituir-se em

uma das bases de renovação da competitividade das empresas brasileiras"; contudo faz-se necessária a adoção de uma postura proativa com relação ao meio ambiente, por parte dos empresários. Esta atitude proativa pode construir, a médio e longo prazo vantagens competitivas de difícil superação pelos competidores.

Para Teixeira e Guerra (2003) o foco da análise da competitividade de uma indústria específica e das empresas que a constitui, são percebidos como condutor da competitividade na medida em que se responsabiliza pelas negociações e comercialização de bens e serviços, isso não significa que, ao fazerem uma boa "lição de casa", essas empresas garantam uma legítima competitividade a essa indústria.

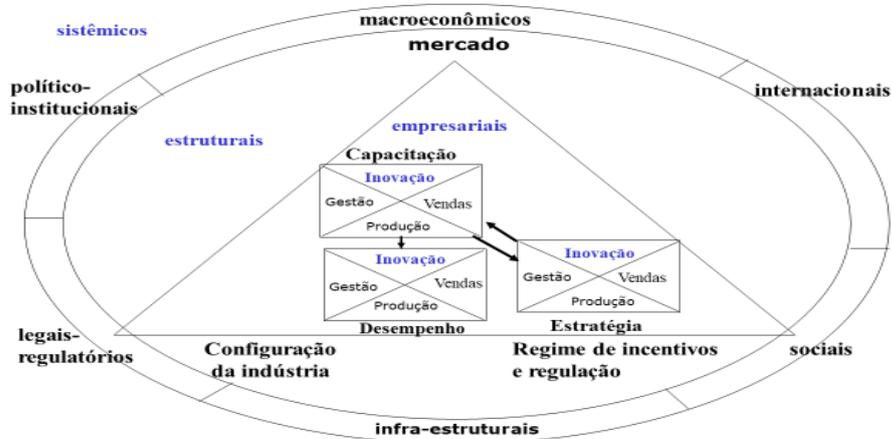
Ainda os autores dizem que o desdobramento de uma cadeia produtiva em seus diferentes segmentos parta de uma análise detalhada das bases técnicas e de mercado, de maneira a agregar critérios de natureza tecnológica e mercadológica.

Assim, para os autores esse modelo Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira - ECIB tem como algumas das principais características, que eles identificam como preponderantes para a vantagem competitiva das indústrias:

- A competitividade é fundamentada nos agentes econômicos de uma região;
- análise deve ter como referência as estruturas de mercado de cada segmento ou setor, que condicionam o padrão competitivo;
- Os fatores de competitividade são em grande número e não dependem apenas das firmas.

O modelo de análise de competitividade, elaborado pelos autores Ferraz et. al. (1995) no Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira – ECIB, demonstra três fatores que conferem competitividade ao setor, que são: Fatores Empresariais, Fatores Estruturais e Fatores Sistêmicos, conforme ilustrado na Figura 7, e sendo dois destes fatores incumbidos em acertar um ponto de análise mais pensado ao nível setorial da indústria de fato, ao passo que um terceiro fator fica direcionado para a análise mais abrangente e sistêmica da estrutura industrial. Assim, os três fatores determinantes para a competitividade são demonstrados a seguir.

**Figura 7:** Modelo ECIB - Fatores Determinantes da Competitividade



Fonte: Adaptado de Teixeira e Guerra (2003) com base em Ferraz et.al. (1995)

Analisando e detalhando esses fatores abaixo discriminados:

**Fatores Empresariais:** conhecidos como fatores internos as empresas, esses fatores sobre os quais as organizações possuem os mecanismos de decidir e que podem ser monitorados ou transformados por meios de mecanismos ou atitudes imputadas pela própria administração da empresa. Esses fatores referem-se aos estoques de recursos, as estratégias para ampliar esses recursos, a eficácia da administração e da estratégia competitiva. A investigação e análise dos fatores auxilia para mensurar a capacitação tecnológica e a capacitação produtiva, analisar a qualificação e a produtividade dos recursos humanos, analisar as metodologias de gerenciamento, analisar a modernização ou renovação de máquinas e equipamentos, compreensão mercadológica, ainda esse fator abarca conceitos de produção, gestão, inovação e vendas.

**Fatores Estruturais:** Na estrutural, estão presentes as variáveis sobre as quais a capacidade de intervenção da empresa é limitada pela mediação do processo de concorrência, estando apenas parcialmente sob sua área de influência. Os fatores, têm-se as características do mercado como tamanho e dinamismo, grau de sofisticação e exigência do mercado, penetração a mercados internacionais. Outro ponto analisado é a configuração da indústria, como

desempenho e capacitação, estrutura patrimonial e produtiva, inter-relações ao longo da cadeia, observa-se o sistema de incentivos e estruturação da concorrência no mercado em que atua, tais como: suporte legal, política fiscal e financeira, política comercial, políticas públicas.

**Fatores Sistêmicos** – esses fatores na dimensão sistêmica, consistem nas externalidades que a organização possui pouca ou de fato nenhuma possibilidade de interferir. Esses fatores podem afetar a competitividade das organizações industriais de forma direta ou indireta. São medidas do processo decisório: Macroeconômicos, Político-institucionais, Legais-regulatórios, Infra estruturais, Sociais e Internacionais.

Destaca-se da discussão teórica que o conceito de competitividade está atrelado a uma acertada verificação da dinâmica industrial e do papel que a tecnologia e inovação exercem sobre o procedimento concorrencial.

#### *2.2.1.3- Direcionadores de Competitividade*

Uma metodologia para análise de competitividade foi desenvolvida por Van Duren et. al. (1991).

Segundo Martin et. al. (1991), o efeito combinado de um conjunto de fatores tem como resultado certa condição de competitividade para um dado espaço de análise. Cada um deste conjunto de fatores, agrupados segundo suas características de base e os impactos que têm na competitividade, pode ser definido como sendo um “direcionador de competitividade”. Os direcionadores de competitividade devem ser capazes de refletir os aspectos essenciais que determinam as causas de competitividade de um dado espaço de análise. Estes direcionadores englobam itens que muitas vezes não são facilmente mensuráveis de forma direta, mas que sabidamente podem interferir na competitividade de um sistema de produção.

O estudo de Van Duren et. al. (1991), ao enfatizar o caráter sistêmico dos fatores que influenciam a competitividade das cadeias produtivas, criaram um referencial metodológico para a análise da competitividade, levando em conta as características dos fatores que influenciavam a competitividade das cadeias e os segmentaram em quatro grandes grupos de fatores: Fatores Controláveis pelo

governo, Fatores Controláveis pela firma, Fatores Quase-controláveis e Fatores não Controláveis.

**Fatores Controláveis pelo governo** - são ações que, são controláveis pelo governo, portanto, não podem ser modificadas por uma ação específica da firma ou cadeia – não obstante dos fatores estarem sujeitos à influência dos agentes da indústria. Alguns desses fatores: políticas fiscais e monetárias, política educacional e leis de regulamentação do mercado.

**Fatores Controláveis pela firma** – são aqueles que podem ser transformados pelas firmas, como suas estratégias, seus produtos, tecnologia, políticas de recursos humanos, pesquisa e desenvolvimento.

**Fatores Quase – controláveis** - são os fatores que não podem ser transformados diretamente pelas firmas e pelas ações do governo, porém, experiências têm constatado que estes fatores podem ser moderados a partir de maior planejamento estratégico na cadeia produtiva. Alguns desses fatores são: ameaças de novos concorrentes, competição entre os agentes da cadeia, poder de barganha entre fornecedores e clientes e condições de demanda.

**Fatores não controláveis** – são os fatores naturais e climáticos, cujo efeito têm sido cada vez mais reduzidos por meio de melhores informações, como previsão do tempo e pesquisas direcionadas com desenvolvimento de novas tecnologias.

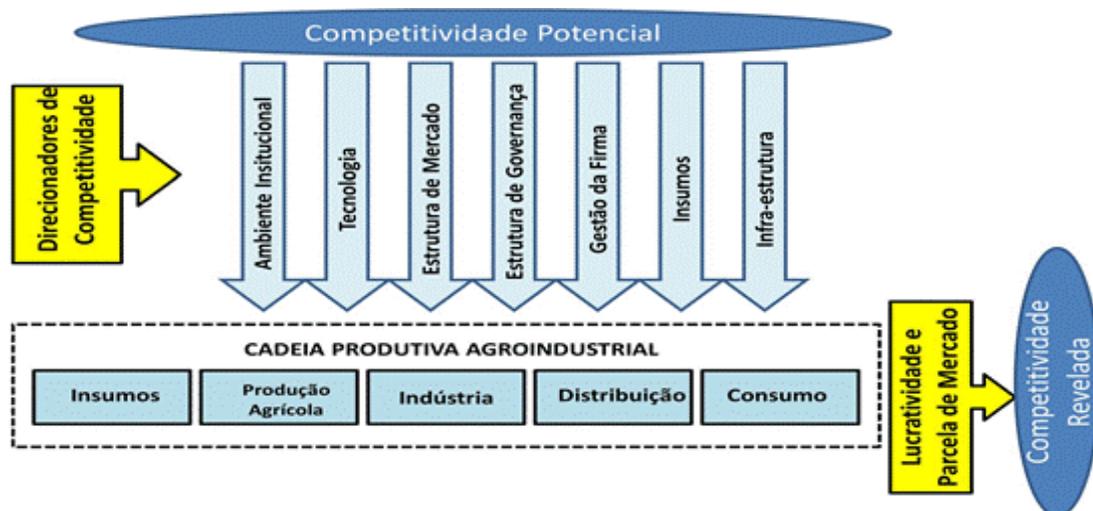
Cada direcionador de competitividade deve ser dividido em subitens, de acordo as características do setor pesquisado. A investigação dos subitens é feita considerando um grupo de variáveis para suplantar os obstáculos encontrados pelos setores.

Este modelo, busca investigar de maneira qualitativa a significância do impacto dos subfatores e sua colaboração para o efeito do grupo dos determinantes. Para isso, usa-se geralmente uma escala do tipo likert, variando entre concordo muito à competitividade, concordo, indiferente ou neutro, discordo e discordo muito à essa competitividade. Com base nessa escala likert, qualitativa, os chamados subfatores são modificados em quantitativos, oscilando de -2 (discordo muito) a +2 (concordo muito).

A investigação da competitividade proposta por Van Duren et. al. (1991) institui dois vetores<sup>7</sup> como indicadores de competitividade<sup>8</sup>, que são eles: parcela de mercado e lucratividade, onde tem a parcela de mercado como uma porcentagem que corresponde à relevância da sua empresa diante dos competidores da indústria em que ela atua, e pode representar o valor de mercado, a porção de um público que prefere aquela marca, o volume de vendas e outros aspectos, e lucratividade, que é um indicador utilizado para apontar o ganho de uma empresa em relação à atividade que ela desenvolve. Os direcionadores podem sofrer modificações a depender do estudo, e sua situação permite adaptação para qualquer outra cadeia produtiva.

Os direcionadores de competitividade proposto por Van Duren et. al. (1991) são: Ambiente Institucional, Tecnologia, Estrutura de Mercado, Estrutura de Governança, Gestão da Firma, Insumos e Infraestrutura. Esses indicadores são apresentados na figura 8 a seguir.

**Figura 8** - Direcionadores de Competitividade da Cadeia Produtiva



Fonte: Adaptado de Van Duren et al. (1991)

<sup>7</sup> vetores são segmentos orientados, responsáveis pela caracterização das grandezas definidas como vetoriais. Neste caso mercado e lucratividade.

<sup>8</sup> Define-se indicadores de competitividade como instrumentos de gestão utilizados para medir e acompanhar o desempenho da empresa em relação a seus principais concorrentes. Esses instrumentos têm como foco mensurar fatores ligados à força competitiva da organização, como qualidade dos produtos e serviços, satisfação dos clientes, participação no mercado, reconhecimento da marca etc.

**Ambiente Institucional** - abrange as demandas macroeconômicas, como preço, cambio, tributação, entre outros, políticas, programas setoriais e as questões legais;

**Tecnologia** – avaliação dos métodos, processos, facilidades e equipamentos empregados nas operações e, flexibilidade da planta quanto à matéria prima, além das questões relacionadas à pesquisa e ao desenvolvimento (P&D), à inovação e atualização tecnológica.

**Estrutura de Mercado** – refere-se sobre as condições dos mercados, a partir da demanda e da oferta das empresas, onde são determinados o preço e a quantidade de equilíbrio para um produto ou serviço. O preço e a quantidade, dependem do comportamento deste mercado no sentido de tamanho e estrutura, no qual observa-se a política de precificação de venda, dificuldade de inserção do produto, variabilidade de produtos e produção em escala.

**Estrutura de Governança** – Demonstra as variadas maneiras organizacionais que direcionam as diversas formas empresariais que direcionam as inúmeras transações dentro de uma cadeia produtiva.

**Gestão da Firma** – são espécies de gestão e mecanismos para reconhecer as mostras das flutuações do mercado e de como destinar os recursos existentes da maneira mais favorável provável.

**Processos Produtivos / Insumos** – verifica a relação dos recursos na produção, qualidade dos insumos, disponibilidade de elementos básicos e ponderando concomitante os recursos humanos disponíveis.

**Infraestrutura** – diz respeito aos aspectos voltados à eficiência na infraestrutura de logística que engloba entre outros aspectos, transporte e armazenamento, e da localização das plantas industriais.

Para César e Batalha (2011), essa especificação é de grande importância, pois reconhece os limites da competitividade, determinando o espaço dos vários meios

envolvidos na cadeia. Esses direcionadores de competitividade são preferencialmente de cunho mesoanalítico, ou seja, de unidades corporativas, por adotarem diagnóstico estrutural e funcional dos agentes, seus subsistemas e sua inter-relação em um sistema integrado, ou seja, da cadeia produtiva.

## 2.3 PONTOS FOCAIS E COMPETITIVIDADE

### 2.3.1 – Energia eólica e competitividade: uma análise bibliométrica

Esta seção visa demonstrar, por meio de mapas temáticos, a respeito da energia eólica e competitividade: uma análise bibliométrica, na qual foi identificado os nove pontos focais, a partir de uma pesquisa bibliométrica, que é definida por Gautam (2017) como uma técnica de análise quantitativa e qualitativa que objetiva avaliar a contribuição passada para a ciência por entidades de pesquisa e pesquisadores com intuito de prever seu futuro potencial de desenvolvimento de conhecimento. Com isso, a contribuição desta pesquisa se deu por meio da identificação, através dos artigos do corpo de análise, de nove pontos focais relacionados à fatores de competitividade que podem ser observados no setor de energia eólica: análise econômica, concorrência, tecnologia, custos operacionais, regulação/governo, impactos ambientais, competitividade, mercado e geração híbrida, demonstrados na figura 13. Os resultados desse recorte da pesquisa foram publicados no artigo intitulado *wind power and competitiveness: a bibliometric analysis*, no periódico Revista Informação e Sociedade, Edição de abril / junho de 2020<sup>9</sup>.

Os estudos bibliométricos almejam demonstrar o direcionamento da ciência em um determinado campo de pesquisa durante um período de tempo pré-definido, examinando material bibliográfico sob uma perspectiva objetiva que se mostra útil na organização das informações requeridas (BARBOSE et al., 2016; MONTERO-DÍAZ et al., 2018).

A metodologia de análise utilizada nesse artigo seguiu os seguintes passos: a) Definição das palavras-chave a serem utilizadas na pesquisa; b) Seleção do banco de dados, formatação e limpeza; c) codificação do material selecionado e; d) análise das informações geradas.

---

<sup>9</sup> O artigo pode ser acessado através do link: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n2.52282>

- Definição das palavras-chave e seleção do banco de dados (Passos a e b):

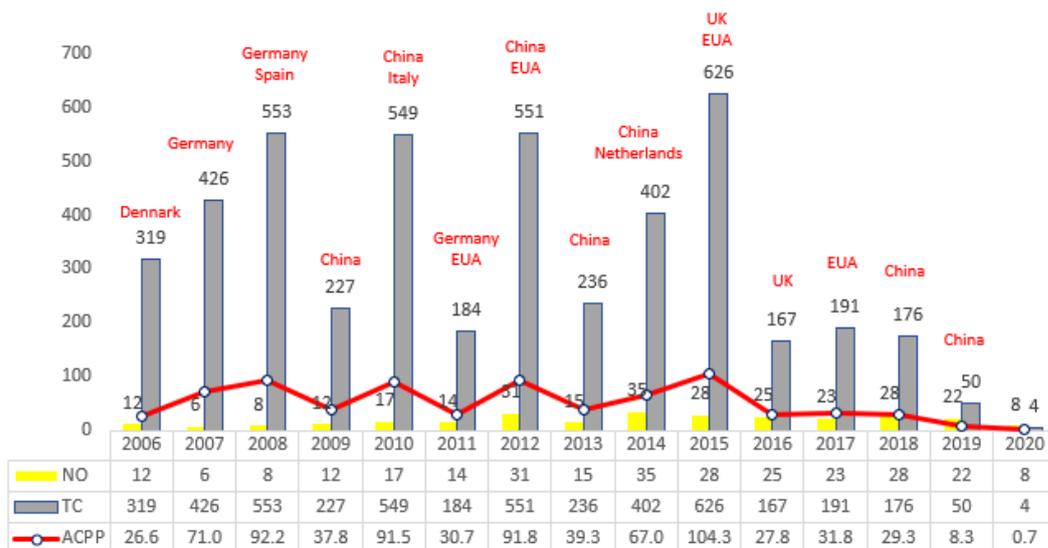
No presente estudo, foram utilizadas as palavras-chave “wind power” e “competitiveness”, que foram pesquisadas nos campos título, resumo e palavras-chave utilizando o boleano AND na base de dados da Scopus da Editora Elsevier. O banco de dados Scopus foi selecionado pelo seu caráter multidisciplinar e interdisciplinar e pela sua abrangência.

Os métodos bibliométricos selecionados para a presente pesquisa foram: *Citation Analysis*, *Co-citation Analysis*, *Co-author Analysis* e *Co-word-Analysis*. O primeiro método utiliza o número de citações como medida de desempenho e alcance científico, pressupondo que autores e periódicos mais citados exercem maior nível de influência (LI et al., 2015; ZHAO; STROTMANN, 2015). O segundo método, *Co-citation Analysis*, intenciona identificar os grupos de pesquisadores que são citados sistematicamente por um determinado número de pesquisas de forma conjunta, utilizando esta métrica como medida de similaridade (MARTINS et al., 2019). O pressuposto em questão é que quanto mais um conjunto de trabalhos é citado de forma adjacente, mais seu conteúdo está relacionado, inferindo os autores mais influentes na área de estudo (ZUPIC; ČATER, 2015). Já o *Co-author Analysis*, fornece a medida aproximação entre autores, instituições e países que trabalham com a mesma temática, identificando a medida de colaboração entre as pesquisas publicadas. Finalmente, o *Co-word Analysis*, que destaca as principais palavras-chave utilizadas no período em estudo, quais são utilizadas em conjunto e como o interesse na pesquisa vem se desenvolvendo ao longo do tempo (CASTILLO-VERGARA; ALVAREZ-MARIN; PLACENCIO-HIDALGO, 2018). Para auxiliar na construção dos mapas métricos e consequente processo de análise foi utilizado o software VOSviewer, uma ferramenta de tecnologia da informação de acesso livre desenvolvida por (WALTMAN; VAN ECK, 2012), para construção e visualização de mapas bibliométricos. O *software* permite a criação dos chamados mapas de termos. Um mapa de termos é um mapa bidimensional em que a frequência de ocorrência de um termo específico é definida pelo tamanho do rótulo. A análise feita nesse programa considerou países, autores e artigos mais citados e palavras-chave.

### 2.3.1.1 - Performance das publicações relacionadas e desempenho dos países

Somente a partir de 2006 que a produção acadêmica sobre competitividade no setor de energia eólica se intensifica, crescendo a uma média de 58% no período de 2006 a fevereiro de 2020. De acordo com Gao et al., 2016, isso se deu pois o grupo dos sete países mais ricos (G7), que inclui Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Itália, França e Japão, se reuniram com o intuito de discutir e fomentar o desenvolvimento de fontes alternativas de energia, a fim de responder a possíveis choques externos no preço do petróleo. Ao mesmo tempo, a China lançou o programa intitulado “Lei de Energias Renováveis da República Popular da China” a partir de fevereiro de 2005, intencionando também diversificar sua matriz energética e elétrica, que ainda nos dias de hoje é baseada no uso intensivo de carvão mineral (KSENIA; RIFFAT; JIE, 2010; PEIDONG et al., 2009; SHI, 2009). Como resultado, nesse período, mais estudos foram desenvolvidos, 284 pesquisas publicadas (aproximadamente 90% da produção de toda a série). A Figura 9 demonstra a performance dos artigos no período de 2006 a fevereiro de 2020, destacando o número de artigos publicados (NO), total de citações (TC), citações médias dos artigos por ano (ACPP), além do país ou países que mais publicaram naquele ano.

**Figura 9** – Performance das publicações 2006 a fevereiro de 2020



Fonte: Dados da pesquisa, 2020

O número de publicações de um país reflete seu grau de engajamento com o campo de estudo. Os 10 países mais produtivos, considerando toda a série histórica (1977 a fevereiro de 2020), também são os 10 países principais que publicaram 231 artigos, representando 73,6% do total de publicações. Liderando a lista encontram-se a China, com 44 publicações (14%), seguida por Estados Unidos, com 41 artigos (13,1%) e o Reino Unido, com 35 publicações (11,1%). No meio da relação, encontra-se a Espanha, Alemanha, Itália e Dinamarca, que possuem 27 (8,6%), 25 (8,0%), 14 (4,5%) e 12 (3,8%) publicações, respectivamente e por fim Canadá, França e Índia que possuem 11 artigos cada, representando 3,5% do total de publicações. Interessante destacar que os 10 países que mais pesquisam sobre os aspectos competitivos da energia eólica, também são os que possuem grandes capacidades de produção.

#### 2.3.1.2 - Desempenho dos principais periódicos

Os 314 artigos coletados estão distribuídos em 11 áreas de conhecimento da Scopus (já incluso a classe outros), sendo que as principais classes são Energia (33.2%), Engenharia (23.0%) e Ciências do Ambiente (15.5%). Foram publicados em 105 periódicos ou anais de conferências diferentes, indicando a natureza diversificada das pesquisas que abordam fatores de competitividade e energia eólica. As 15 principais revistas são responsáveis por 38.1% do total de publicações. Suas particularidades são analisadas detalhadamente por meio da Tabela 5. A revista mais influente nesta área de estudo é a *Energy Policy*, com 29 publicações (9.2%). A *Energy Policy* é um periódico internacional revisado por pares que aborda as implicações políticas, técnicas, econômicas e sociais do uso da energia e seu planejamento. Outra revista destaque é a *Energy*, que de 1977 a fevereiro de 2020 contou com 13 publicações sobre a temática em debate, ou seja, 4.1%. O fator de impacto do periódico em 2018 é de 5.537 e aborda estudos sobre produção de energia, tanto renováveis quanto não renováveis em aspectos diversos.

O único journal sem fator impacto relacionado é *Applied Mechanics and Materials*. A revista teve sete publicações relacionadas sobre energia eólica e competitividade no período entre 2012 e 2014, sendo duas edições dedicadas à Conferência Internacional em Mecatrônica, Mecânica Aplicada e Engenharia de Energia (MAMEE) em 2013 e 2014. Grande parte dos artigos se preocupou em

analisar as características competitivas em relação à disponibilidade de ventos de determinadas regiões, utilizando diferentes modelos para medir velocidade, ocorrência e periodicidade dos ventos (HAN; ABUDUREYIMU, 2014; ZHANG; TAN, 2012).

**Tabela 5** – Os 15 principais periódicos relacionados e suas principais características

Journals	TP	%	IF
Energy Policy	29	9.2%	4.88
Energy	13	4.1%	5.537
Renewable and Sustainable Energy Reviews	12	3.8%	10.556
Renewable Energy	12	3.8%	5.439
Applied Energy	8	2.5%	8.426
Applied Mechanics and Materials	7	2.2%	0
Energy Conversion and Management	7	2.2%	7.181
International Journal of Hydrogen Energy	6	1.9%	4.084
Energy Procedia	5	1.6%	0.44
Advanced Materials Research	4	1.3%	0.87
Energies	4	1.3%	2.707
Energy Economics	4	1.3%	4.151
IEEE Transactions on Power Systems	3	1.0%	6.807
Journal of Renewable and Sustainable Energy	3	1.0%	10.556
Ocean Engineering	3	1.0%	2.73

Fonte: dados da pesquisa, 2020

Aprofundando um pouco mais a análise, partindo para temas de interesse dos periódicos, foi possível identificar cinco clusters principais (Figura 8). O primeiro cluster, capitaneado pelo periódico *Energy*, juntamente com os *Journals Renewable and Sustainable Energy Reviews* e *Energy Conversion and Management*, foram responsáveis por 32 publicações sobre o tema de interesse, ou seja 10,19% do total de publicações. Os artigos mais citados foram “*Wind power integration using individual heat pumps – Analysis of different heat storage options*” (HEDEGAARD et al., 2012), publicado na *Energy*, com 146 citações, que realiza um estudo de caso que analisa a competitividade econômica da instalação de bombas de armazenamento de calor na Dinamarca como forma de integrar o sistema eólico no processo de geração de eletricidade. O segundo artigo mais citado foi publicado na revista *Renewable and Sustainable Energy Reviews* e contou com 77 citações. O artigo “*Automotive hydrogen fuelling stations: An international review*” (ALAZEMI; ANDREWS, 2015a), se preocupou em comparar os custos de produção de hidrogênio para possível e

eventual substituição dos combustíveis fósseis no transporte coletivo em estações de abastecimento em nível mundial, de diferentes fontes e rotas de produção de energia. Constatou que a fonte mais competitiva ainda era o carvão, através de processo de gaseificação e a mais cara a energia eólica. De uma maneira geral, o cluster se preocupou também com fatores estratégicos locais de parques eólicos (ASTARIZ; IGLESIAS, 2016c; MESCHEDE; CHILD; BREYER, 2018), aplicações da energia eólica para o abastecimento de eletricidade em pequenos espaços, como prédios (HIMRI et al., 2008; LIU; HO, 2016), além de estudos sobre novos materiais para fabricação de turbinas e coleta da energia (HAMDAN et al., 2014; JOSELIN HERBERT et al., 2007).

O segundo cluster, formado pelos periódicos “*Renewable Energy*”, “*Energies*” e “*Economics and Policy of Energy and the Environment*”, contemplaram 18 artigos (5,7% do total de publicações). O artigo mais citado deste cluster foi “*Status and problems of wind turbine structural health monitoring techniques in China*” (LIU; TANG; JIANG, 2010), que realizou um diagnóstico sobre as técnicas de monitoramento das turbinas eólicas na China, com objetivo de verificar sua capacidade de funcionamento como decorrer dos períodos, dado os custos elevados de sua implantação. As demais publicações do cluster também se preocuparam com as questões relacionadas ao custo de implantação dos parques eólicos, especialmente em relação aos investimentos e custos de manutenção e operacionalização do sistema.

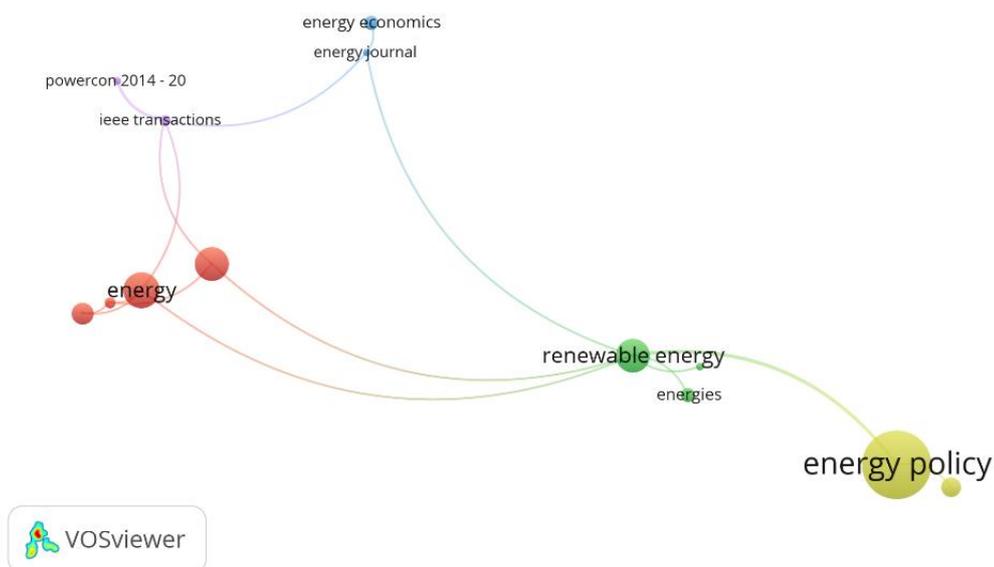
Os periódicos “*Energy Economics*” e “*Energy Journal*” formaram o terceiro cluster, com seis publicações, sendo quatro do primeiro. Os artigos, em sua maior parte, debateram sobre os aspectos econômicos e estratégicos da utilização das fontes solar e eólica em conjunto. Nesse aspecto, discutiram a influência do preço e o bem estar da energia gerada (HIRTH, 2015; REICHELSTEIN; SAHOO, 2015), bem como os aspectos de custos do financiamento para operações flexíveis, incluindo os desafios de modelagem de produção de energia para sistemas híbridos (BISTLINE, 2017; ODAM; DE VRIES, 2020) .

O Quarto cluster é formado pelos periódicos “*Energy Policy*” (29 artigos) e “*International Journal of Hydrogen Energy*” (seis artigos). Os principais artigos se preocuparam em analisar políticas públicas de incentivo à energia eólica adotada em alguns países, como por exemplo, Alemanha, Estados Unidos e Suécia (BOLINGER; WISER, 2009; MABEE; MANNION; CARPENTER, 2012; PEGELS; LLTKENHORST,

2014; WANG, 2006a). Outra preocupação primordial do cluster foi a produção de hidrogênio através de energia eólica associada a análise do ciclo de vida, comparando os custos econômicos e ambientais gerados das fontes convencionais com as fontes renováveis (LEE et al., 2009; LINNEMANN; STEINBERGER-WILCKENS, 2007b).

O quinto e último cluster, foi representado por dois artigos, entre eles o artigo intitulado *Renewables for sustainable village power supply*, que discutiu a implementação de eletricidade a partir de fontes renováveis e em vilarejos distantes dos grandes centros urbanos no México, dentre as fontes discutidas, destaque para energia eólica. A Figura 10 ilustra os Journals mais citados em relação ao tema de interesse, destacando as ligações entre eles.

**Figura 10** – Journals mais citados



Fonte: dados da pesquisa, 2020

### 2.3.1.3 Performance dos autores e relações de colaboração

A temática de interesse, ou seja, competitividade no setor de energia eólica, mostrou-se bastante específica. Dessa forma, de acordo com os dados da pesquisa, o autor com o maior número de publicações foi Astariz, Z. e Iglesias, G. com dez artigos divulgados. O artigo mais citado da dupla foi “Co-located wind wave farm synergies (Operation & Maintenance): A case study, publicado no periódico *Energy Conversion and Management*, em 2015 com 49 citações. No artigo, os autores

discutem como o processo operacional e falta de manutenção preditiva e preventiva podem comprometer a competitividade da energia eólica gerada em parques offshore (ASTARIZ et al., 2015).

Os autores mais citados foram Barbir, F., Sherif, S. A. e Veziroglu, T. N., que compartilham apenas três publicações sobre a temática de interesse, mas apenas um artigo que açambarca todas as 271 citações dos autores nesse ramo. A pesquisa intitulada “*Wind energy and the hydrogen economy review of the technology*”, publicado em 2005 no periódico Solar Energy. No artigo, os autores apresentam uma revisão das tecnologias até então disponíveis para produção, armazenamento, distribuição e utilização de hidrogênio para gerar energia e eletricidade. Paralelamente discutem as possibilidades de simbiose entre a utilização da energia eólica gerar hidrogênio, bem como, como esta pode aumentar a competitividade da energia eólica, especialmente em termos de armazenamento da energia gerada (SHERIF; BARBIR; VEZIROGLU, 2005). A Tabela 6 sumariza os principais autores, destacando o total de publicações, citações e média de citações sobre energia eólica e competitividade.

**Tabela 6 – Principais autores**

Authors	Publications	Citations	Average
Astariz, Z.	10	176	17.6
Iglesias, G.	10	176	17.6
Zhao, Z. Y.	5	132	26.4
Abanades, J.	3	94	31.3
Barbir, F.	3	271	90.3
Mirzaei, M.	3	46	15.3
Möhrlen, C.	3	9	3.0
Pahlow, M.	3	9	3.0
Perez-Collazo, C.	3	94	31.3
Poulsen, N. K.	3	46	15.3
Sherif, S.A.	3	271	90.3
Veziroglu, T. N.	3	271	90.3

Fonte: dados da pesquisa, 2020

Além da especificidade, outra característica marcante da produção científica sobre competitividade e energia eólica, são as relações de colaboração, caracterizadas por serem muito restritas. Percebe-se que eles trabalham em sete clusters principais (Figura 11), responsáveis por 29 publicações, o que representa, apenas, aproximadamente, 9% do total de artigos de toda a série histórica e 694

citações. O principal cluster, formado por Astariz, Z., Iglesias, G., Abanades, J. e Perez-Collazo, C., liderado pelos dois primeiros, conta com 10 publicações e um total de 176 citações. O principal tema de interesse do grupo são os aspectos competitivos relacionados a implantação de parques híbridos offshores, com a combinação de geração de energia eólica e das marés. Nesse enfoque, os autores realizam estudos relacionados a redução de custos quando da utilização ótima desses dois sistemas, bem como, a avaliação econômica e financeira de implantação de parques híbridos com esse perfil (ASTARIZ; IGLESIAS, 2016<sup>a</sup>, 2016c). Além disso, o grupo também se preocupa com estudos locais para implantação desses parques, utilizando medidas de localização para definir os melhores locais de implantação.

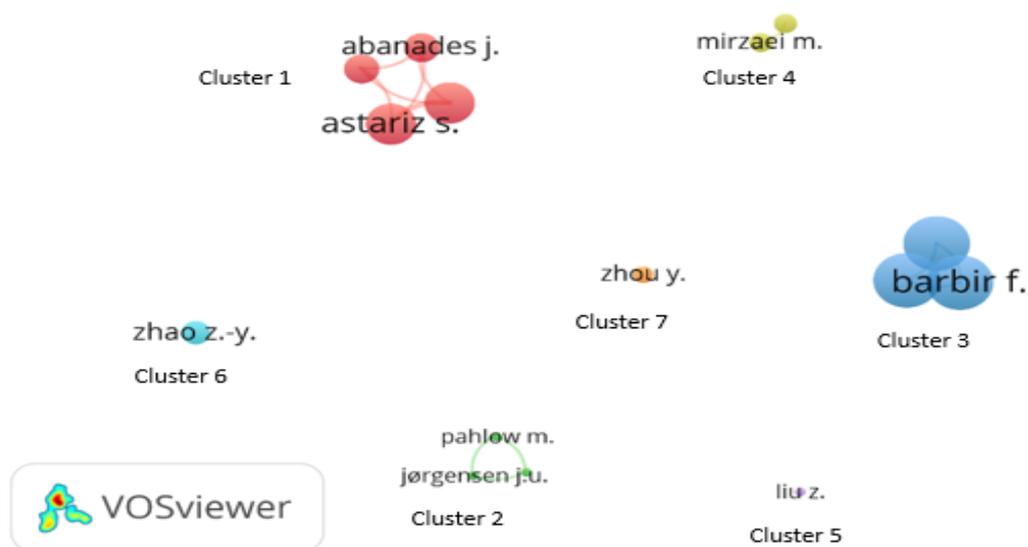
O cluster dois, formado por três autores (Jorgensen, J. U., Möhrlen, C. e Pahlow, M.), é composto por duas publicações, com um total de nove citações. O principal artigo, "*Application of cost functions for large scale integration of wind power using a multi-scheme ensemble prediction technique*", de 2009, utiliza técnicas de previsão para estimar a quantidade de ventos de determinadas regiões, como intuito de integrar, em larga escala, a energia eólica ao sistema de geração de eletricidade (PAHLOW; MÖHRLEN; JØRGENSEN, 2009).

O terceiro cluster apresenta um equilíbrio entre os três autores pertencentes, Barbir, F., Sherif, S. A. e Veziroglu, T. N. O cluster é formado por duas pesquisas: uma publicação no periódico *Solar Energy*, de 2005, intitulada "*Wind energy and the hydrogen economy – Review of the technology*" e um *conference paper* de 2003, sobre a mesma temática, intitulado "*Wind energy and the hydrogen economy*". Basicamente, a principal pesquisa do trio realizou uma revisão das principais fontes de energia para produção de hidrogênio, que segundo os autores será o sistema energético mais utilizado num futuro próximo. Defendem que o hidrogênio deva ser produzido, prioritariamente através de fontes limpas de energia, e destacam a produção de energia a partir dos ventos, como uma tecnologia ideal para esse processo (SHERIF; BARBIR; VEZIROGLU, 2005).

O quarto cluster tem as pesquisas desenvolvidas com enfoque em aspectos técnicos relacionados ao desempenho das turbinas eólicas. Os autores acreditam que o desenvolvimento de novas tecnologias para os equipamentos propiciaria o aumento da competitividade em termos de aumento do aproveitamento do potencial de ventos das regiões e soluções inovadoras como fornecer serviços auxiliares aos moldes do que é realizado nas usinas de energias tradicionais, ou seja, em momentos em que é

mais vantajoso economicamente vender a energia de reserva e mais lucrativo que produzir no limite da capacidade. Assim, os autores sugerem que as turbinas eólicas podem ser programadas, para nestes momentos, poderem vender a capacidade diferencial como energia reserva, otimizando o uso dos parques, reduzindo custos operacionais e conseqüentemente aumentando a competitividade (MIRZAEI et al., 2014).

**Figura 11** – Cluster de colaboração científica entre autores



Fonte: dados da pesquisa, 2020

O quinto, sexto e sétimo clusters, são liderados por apenas um autor cada. Os compõem: Liu, Z. (quatro publicações e 10 citações), Zhao, Z. (cinco publicações e 136 citações) e Zhou, Y. (três publicações e 40 citações). Interessante destacar que esses três clusters trabalham com temas semelhantes, mas não possuem ligação entre si. Os trabalhos mais importantes, em termos de números de citação realizaram estudo sobre fatores de desempenho que afetam o setor de energia eólica na China, aplicando, inclusive, modelos de análise estratégica de competitividade, como o Diamond Model e o modelo das cinco forças de Porter (IRFAN et al., 2019a; ZHAO; HU; ZUO, 2009).

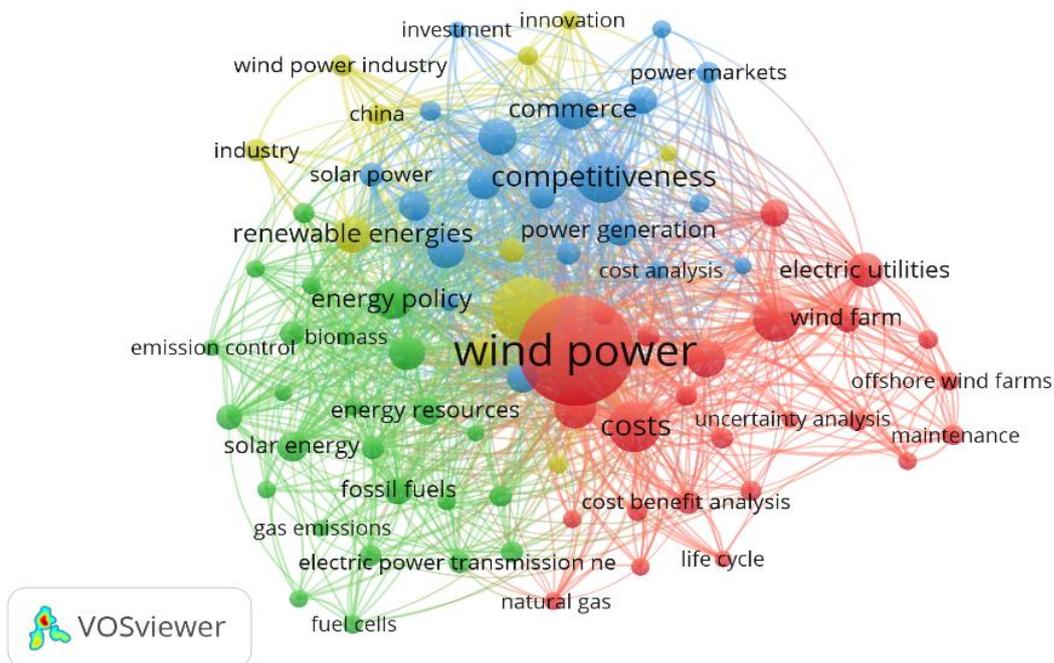
#### *2.3.1.4 Análise de palavras-chave e pontos focais*

Os 314 artigos que formaram o corpo de análise desta pesquisa forneceram 1576 palavras-chave. Em média foram, aproximadamente, cinco palavras-chave para cada publicação. Elas representam as unidades básicas de um determinado campo de estudo, apontando uma visão geral do campo de conhecimento investigado, bem como, tendências futuras de pesquisa (AZEVEDO; SANTOS; ANTÓN, 2019).

Utilizando a análise de co-ocorrência de palavras-chave, modelando no Vosviewer um limite mínimo de ocorrência de 10 palavras-chave, pôde ser gerada a Figura 12, que representa uma rede de co-ocorrência de palavras-chave. As palavras-chave mapeadas são provenientes de uma análise que incluiu indicadores representativos de conexão entre elas, tais como densidade, grau, centralização e inclusão. A análise de centralidade foi conduzida para encontrar nós importantes na rede e para descobrir qual palavra-chave está localizada no centro da rede, tendo a capacidade influenciar maior número de palavras-chave (KIM; JANG; LEE, 2018).

A aplicação dessa abordagem identificou quatro grupos principais de palavras-chave. A sub-rede menor, de coloração amarela, trata-se de um cluster que se preocupa prioritariamente com questões competitivas a nível macro, como por exemplo mercado de energias renováveis, análise da indústria eólica dos países, especialmente a China, inovação e desempenho tecnológico. É um cluster fortemente ligado com o cluster azul, dados os links sobrepostos entre eles. O grupo azul concentra-se pesquisas na área de geração de eletricidade a partir de fontes limpas. O cluster verde discute principalmente temas vinculados à preservação ambiental, desenvolvimento sustentável e mitigação de mudanças climáticas através do controle de emissões de GEE na atmosfera substituindo as fontes fósseis por fontes mais limpas como o hidrogênio, produzido por meio da utilização de energias limpas e renováveis como a energia eólica. O cluster vermelho, o mais significativo em termos de número de palavras-chave (25 no total) se interessa, prioritariamente, por aspectos competitivos relacionados ao custo operacional, análises de viabilidade econômica e financeira, concorrência de mercado e pesquisas a respeito de estruturas híbridas de geração de energia, a exemplo de sinergias entre energia eólica e solar e eólica e ondas.

**Figura 12 – Rede de co-ocorrência de palavras-chaves**



Fonte: dados da pesquisa, 2020

As palavras-chave mais importantes identificadas na literatura foram *wind power*, *costs*, *competition*, *competitiveness*, *wind turbines*, *economic analyses*, *renewable energies*, *profitability*, *electricity generation* e *solar energy*. A análise de palavras-chave revela, portanto, os principais termos e preocupações relacionados à energia eólica e competitividade, fornecendo subsídios para identificar e relacionar esses termos com pontos focais associados com os principais aspectos da teoria sobre competitividade.

#### 2.3.1.4.1 - Análise de pontos focais

A partir da análise bibliométrica, especialmente após a avaliação das palavras chaves, foi realizada uma pesquisa qualitativa em todos 314 artigos da série temporal estudada (1977 a fevereiro de 2020). A pesquisa qualitativa serviu para classificar as publicações em nove itens, mostrados na figura 13 e aprofundados nesta seção, relacionados à aspectos de competitividade, sendo eles:

**Figura 13 – Pontos Focais**



Fonte: Autor, 2021

**Economicidade:** análise de viabilidade de parques eólicos e preocupações com investimentos iniciais de projetos. Foram considerados também estudos locais para implantação de parque eólicos;

**Concorrência:** Neste aspecto discute as relações de concorrência entre diferentes fontes, sob diferentes aspectos, como por exemplo, preços;

**Tecnologia:** Considera as novas tecnologias para geração de energia eólica, contemplando novos equipamentos, processos, sistemas de informação gerencial, inteligência artificial, produção de hidrogênio e processos de armazenamento de energia;

**Custos operacionais:** nesse aspecto, são relacionadas a processos de sistemas de redução de custos e otimização de equipamentos utilizados para geração de energia;

**Regulação/ Governo:** esta temática análises abrange processos regulatórios e gestão e transição energética de países e regiões. Contempla também políticas públicas de incentivo às energias renováveis e desonerações fiscais ao setor;

**Impactos ambientais:** nesta seção analisam, prioritariamente, os impactos da utilização de fontes de energias renováveis, especialmente a energia eólica, considerando aspectos como mitigação de GEE e economia de outros recursos que poderiam ser usados para geração de eletricidade como a água;

**Competitividade:** considera diversos fatores relacionados a teoria da Análise Competitiva, utilizando modelos clássicos de competitividade como o Diamante de Porter, por exemplo.

**Mercado:** Contempla variáveis relacionadas ao comportamento do mercado, tais quais: análise da demanda por energia, capacidade de produção e relações de bem-estar econômico;

**Geração híbrida:** analisam as relações de sinergia entre energia eólica e solar e energia eólica e proveniente das ondas.

A evolução em números de publicações se deu a partir do ano de 2006. Antes disso, como já mencionado anteriormente, a produção científica sobre o tema de interesse era pequena, totalizando uma média aproximada de uma publicação por ano. A maior parte dos artigos publicados foi sobre o tema Tecnologia. Analisando todo o período, foram divulgadas 74 pesquisas, o que representa 24% do total de artigos. Trataram de temas diversos associando competitividade à tecnologia, desde desenvolvimento de patentes (ALAM et al., 2020; LAM; BRANSTETTER; AZEVEDO, 2017; ODAM; DE VRIES, 2020) ao desenvolvimento de novos processos e produtos, especialmente novas turbinas (HÜBLER et al., 2020; ZHANG et al., 2019). A média de publicações, a partir de 2006, foi de quatro artigos por ano. Outro tema de destaque nas publicações analisou aspectos competitivos relacionados a análise de viabilidade econômica e financeira. Considerando toda a série histórica, correspondeu a 59 artigos, ou seja, 19% de toda a produção. Destaque para o ano de 2016, onde das 25

publicações sobre energia eólica e competitividade, nove estavam relacionadas a análise econômica (32%).

As relações competitivas relacionadas a energia eólica ainda produziram 35 trabalhos sobre custos operacionais (11%), destacando especialmente processos de manutenção e conservação de equipamentos, em destaque as turbinas eólicas, 35 trabalhos também sobre Regulação e Governo, mostrando que a avaliação de políticas públicas é tema recorrente de preocupação das pesquisas. Associado a análise de políticas públicas, estão as relações de mercado e consumo, que apresentaram 25 trabalhos no período de análise, ou seja, 7.5%. A preocupação com os impactos ambientais foi tema de 23 trabalhos (8%), com destaque para pesquisas voltadas para processos de mitigação de CO<sub>2</sub>, a partir da substituição dos combustíveis fósseis pela energia eólica.

Assim, fica evidenciado que a análise bibliométrica mostrou que os tópicos Energia Eólica e Competitividade analisados em conjunto, são relevantes, particularmente a partir de 2006, se preocupando prioritariamente com exterioridades relacionadas a novas tecnologias de produção de energia e eletricidade e pontos específicos associados a avaliação econômica e financeira de projetos eólicos, visto que exigem uma gama substancial de investimentos para entrarem em operação.

Por fim foi realizada uma análise de coocorrência de palavras-chave que revelou as principais preocupações atuais dos pesquisadores quando tratam de competitividade no ramo de geração de energia eólica e permitiu que os artigos fossem classificados de acordo com aspectos diretamente relacionados à competitividade.

Desta maneira, os pontos focais devem se relacionar com o modelo ECIB de alguma forma, como pontos importantes no intuito de corroborar com as variáveis do modelo ECIB reforçando a importância nas análises dos fatores de competitividade.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o estudo, a metodologia utilizada vai proporcionar, simultaneamente, maior exame possível de dados, informações e concepções provenientes de estudos e conhecimentos existentes sobre as energias renováveis, não renováveis e competitividade.

Para auxiliar no trabalho, foi realizada uma pesquisa exploratória documental, buscando junto aos órgãos governamentais, como o Ministério de Minas e Energia (MME), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), fontes estas regulamentadas, e também consultando os documentos disponibilizados por algumas instituições nacionais e internacionais correlacionadas ao objeto de estudo, como a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEOLICA), *International Energy Agency* (IEA) e *Global Wind Energy Council* (GWEC), periódicos especializados, e bem como junto às comunidades técnicas e científicas. Estas informações estão disponíveis nos sites dos órgãos em forma de relatórios, boletins e demais informações relevantes, que trazem informações que poderão ser utilizadas algumas partes como referencial neste estudo.

Tal pesquisa tem como objetivo complementar e, posteriormente triangular os dados coletados com os atores chaves, através das entrevistas realizadas. A análise conjunta das informações qualitativas e os dados quantitativos possibilitou uma visão mais ampla sobre os aspectos de competitividade, bem como as potencialidades e restrições da energia eólica na região Nordeste, em específico na Bahia, em comparação com o Brasil e o mundo.

Os dados quantitativos possibilitaram também ter uma visão ampliada do estudo de caso proposto nesta Tese, ou seja, a análise do Complexo Eólico Alto Sertão, destacando as diferenças com outros empreendimentos e regiões brasileiras e também em outros países.

Para a compreensão dos fatores que atuam na competitividade das energias renováveis eólica no Nordeste, em específico no Estado da Bahia, e a abordagem metodológica adotada, seguiu a classificação de pesquisa que leva em apreciação a sua natureza, o formato de abordagem do problema, os objetivos e os procedimentos técnicos adotados. De forma simplificada, a pesquisa está classificada de acordo com o quadro 4 abaixo.

**Quadro 4:** Forma simplificada do método de pesquisa

Natureza	Aplicada
Formato da abordagem da pesquisa	Quali - Quantitativa
No que se refere aos objetivos	Exploratória e descritiva
No que se refere aos mecanismos de pesquisa e procedimentos técnicos	Pesquisa bibliográfica e documental; Estudo de caso
Quanto a Técnica e Instrumento de Pesquisa	Método de análise: pesquisa bibliográfica e aplicação de questionários semiestruturados e entrevista presencial.
Área de abrangência da pesquisa	Estado da Bahia
Quanto ao Foco de Análise	Fatores de competitividade da energia renovável eólica

Fonte: Elaboração do autor (2020)

Esta pesquisa é considerada aplicada, qualitativa, exploratória e descritiva, com a utilização de dados primários e secundários para sua consecução e estudo de caso para sua análise. A pesquisa optou por procedimentos metodológicos, que utilizam com preponderância as informações de fontes secundárias em conjunto com a realização de entrevistas, por método de amostragem intencional, na qual o pesquisador utiliza seu julgamento para selecionar os membros da população que são bons fornecedores de informações precisas.

Quanto a sua natureza, a pesquisa foi executada por meio de pesquisa aplicada, com o propósito de produzir conhecimento através dos dados coletados, através da realização de um estudo de caso, com a intenção de servir de meios para análise dos fatores de competitividade da energia renovável eólica, no Estado da Bahia.

A metodologia utilizada é demonstrada a seguir, para permitir o alcance dos objetivos propostos.

### 3.1. ABORDAGEM DA PESQUISA

O estudo utiliza a pesquisa de abordagem qualitativa, do tipo exploratória e descritiva, com utilização de dados primários e secundários, visando analisar os fatores de competitividade da energia renovável eólica. Segundo Godoy (1995), algumas características básicas identificam os estudos denominados "qualitativos". Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo

buscando "captar" o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno, e por procurar descrever suas características, ficando a cargo do pesquisador a análise e a interpretação aprimorada dos acontecimentos de forma neutra.

Em relação aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, por buscar retratar as características de determinado objeto de pesquisa, pertencendo ao pesquisador o estudo e a interpretação minuciosa dos fatos de maneira imparcial, desenvolver, transformar ideias, conceitos, assim como elaborar questionamentos analisáveis para futuras pesquisas. E as pesquisas descritivas têm a finalidade de delinear as características de uma estipulada população, fenômeno e/ou fixar relações entre variáveis.

Desta maneira, pode-se classificar a presente pesquisa como qualitativa, exploratória e descritiva, cujo procedimento técnico empregado foi a análise e interpretação de dados coletados e o estudo de caso com a análise dos fatores de competitividade

### 3.2. MÉTODO DA PESQUISA

Segundo Lakatos e Marconi (2010), o método de pesquisa é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do pesquisador.

O presente trabalho, utiliza o método de Estudo de Caso, com abrangência no Nordeste do Brasil, especificamente no estado da Bahia com análise dos fatores de competitividade da energia renovável eólica. Para Yin (2005), o estudo de caso é uma das variadas estratégias a serem indicadas para a efetivação de uma pesquisa em Ciências Sociais.

De acordo Godoy (1995), o estudo de caso tem se tornado a estratégia preferida quando os pesquisadores procuram responder às questões "como" e "por quê" certos fenômenos ocorrem, quando há pouca possibilidade de controle sobre os eventos estudados e quando o foco de interesse é sobre fenômenos atuais, que só poderão ser analisados dentro de algum contexto de vida real. Esta

abordagem permite conhecer de forma mais ampla a realidade e proporciona pesquisar o objeto com riquezas de detalhes, considerando-se o macro no qual está inserido e por ter maleabilidade frente aos mecanismos a utilizar na coleta.

Foi realizado uma triangulação de métodos, na qual o desenvolvimento abrange a pesquisa documental de dados quantitativos e a averiguação das percepções por intermédio de questionários, entrevistas para coletar os dados e a visita *in loco* com verificação direta.

Em seu contexto, a triangulação acontece quando três forças específicas são exercidas sobre um único objeto. Se tais forças se mostram em equilíbrio, cada extremidade atua resguardando estrutura triangular de variações, acrescentando-se, conseqüentemente, a capacidade de resistência a forças externas.

O estudo está designado na perspectiva interpretativa das percepções, o qual se baseia no ponto de vista no qual acontecimentos na realidade social não existem em qualquer sentido efetivo, mas consistem ao efeito das experiências subjetivas e compreensão dos indivíduos.

Segundo Bruchêz et al. (2016), em trabalhos científicos, a técnica da triangulação consiste na combinação da análise de conjuntos de diferentes fontes de informação ou pela combinação de metodologias diferentes no estudo de fenômenos similares, quer seja por meio da combinação de diferentes métodos ou mesmo de diferentes investigadores. Corroborando com o tema, Godoy (1995) diz que a triangulação pode ser vista a partir de duas óticas: a estratégia que contribui com a validade de uma pesquisa; e como uma alternativa para a obtenção de novos conhecimentos, através de novos pontos de vista.

A análise dos documentos pode ser feita por intermédio de memorandos, correspondência eletrônica e outros documentos pessoais, documentos gerenciais e estudos formalizados.

No que se refere às entrevistas, consistem-se na busca pela percepção do entrevistado sobre o assunto, suas práticas e experiências, ou seja, as evidências e convicções dos entrevistados sobre o assunto designado como objeto da pesquisa.

A pesquisa documental refere-se a pesquisa secundária, na qual foram coletados dados publicados anteriormente em pesquisas anteriores e que auxiliaram no estudo no processo de revisão bibliográfica, análise dos resultados e consecução dos objetivos propostos. Foram elaborados os roteiros de entrevistas e, em paralelo foi realizada visita *in loco* e entrevistas com os atores-

chave, elencados da amostra intencional, na qual o pesquisador utiliza seu julgamento para selecionar os membros da população que são fornecedores de informações precisas, com a expectativa de ouvir especialistas, sendo estes inseridos e conhecedores do objeto de estudo, advindo do complexo eólico Alto Sertão no Estado da Bahia. Por meio da análise do conteúdo e de uma acareação, a investigação das informações permitirá uma análise do caso.

A análise revela uma perspectiva de desempenho do sistema, assim como possibilita o reconhecimento de seus vários elementos e atores-chave, para tal se torna imprescindível a procura de elementos complementares, sendo viável desenvolver e aperfeiçoar a análise dos fatores de competitividade da energia eólica.

### **3.2.1 Pesquisas Bibliográfica e Documental**

O trabalho foi realizado através da pesquisa documental, através de fontes primárias e da pesquisa bibliográfica, sendo essas chamadas fontes secundárias, fontes utilizadas nesta pesquisa. Um ponto a ser observado e verificado durante a construção do trabalho é que, mesmo observando pontos positivos nestas fontes secundárias, às mesmas podem trazer algumas incoerências dos dados coletados, que podem conduzir o pesquisador a erros.

Sem dificuldade, vários trabalhos correlatos ou ligeiramente ligados ao tema do estudo foram encontrados por intermédio de uma vasta pesquisa bibliográfica, sendo utilizado como base de dados a plataforma virtual *Science Direct* e *Scopus*. as publicações selecionadas abordavam aspectos gerais que discutiam o tema do estudo, a respeito das energias renováveis, a competitividade, energia eólica, fatores de competitividade.

É coerente destacar, que diante desta busca na base de dados, não foi encontrado nenhum estudo que relacionasse uma abordagem direta ou similar ao objeto de estudo, a análise dos fatores de competitividade da energia eólica: um estudo de caso. Assim, caracterizando o ineditismo deste estudo e a sua contribuição para o meio acadêmico e de mercado.

Para o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica e documental, foi feito todos os procedimentos necessários como identificação de fontes, leituras exaustivas dos artigos, separação dos mais relevantes e compilação dos textos mais importantes e relevantes para o trabalho. Além disto, como a revisão bibliográfica é uma metodologia

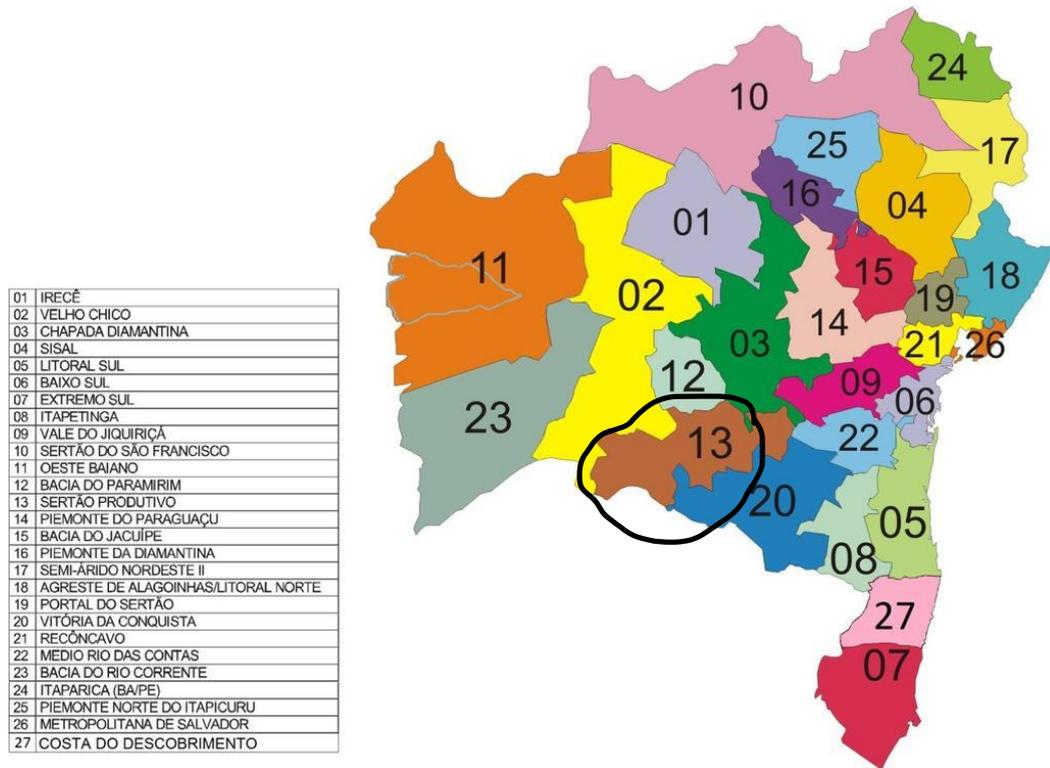
em permanente atualização e utilização, até a conclusão final da escrita da tese, acontecerão diversas revisões e atualizações do material pesquisado e coletado.

### 3.3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

A investigação no ambiente empresarial e industrial, de acordo a sua forma sistêmica com o qual deve ser abordada torna-se muito grande, caso não seja delimitado o espaço ou território de análise. A pesquisa abrangerá o Nordeste do Brasil, em específico no estado da Bahia, com o estudo de caso no complexo eólico Alto Sertão, com a análise dos fatores de competitividade da energia eólica.

No caso específico do estado da Bahia, os locais apropriados para instalação das usinas de energias renováveis eólica foram caracterizados dentro do conceito dos Territórios de Identidade do estado da Bahia, conceito este que é a unidade de planejamento de políticas públicas, constituído por agrupamentos identitários municipais, geralmente contíguos, formado de acordo com critérios sociais, culturais, econômicos e geográficos, reconhecido pela sua população como o espaço historicamente construído ao qual pertencem, com identidade que amplia as possibilidades de coesão social e territorial, conforme disposto no Plano Plurianual, descrito pela Secretaria de Planejamento do estado da Bahia – SEPLAN, conforme ilustrado na Figura 14, na qual o governo passou a reconhecer, em seu Planejamento Territorial, a existência de 27 territórios e em cada um deles foi estabelecido um conjunto de municípios (SEAGRI, 2015).

**Figura 14 - Territórios de Identidade da Bahia**



Fonte: SEAGRI (2015)

No Estado da Bahia, foi determinado que a região do Sertão Produtivo detentora de condões climáticas favoráveis, são essas propicias para a realização desta pesquisa entre as demais regiões do estado, em função da sua representatividade no Estado.

Observando o caso em estudo, foram estabelecidos que as regiões do Sertão Produtivo que engloba os municípios em destaque, (Brumado - Caculé – “**Caetité**” - Candiba - Contendas do Sincorá - Dom Basílio – “**Guanambi**” - Ibiassucê - Ituaçu - Iuiu - Lagoa Real - Livramento de Nossa Senhora - Malhada de Pedras - Palmas de Monte Alto - Pindaí - Rio do Antônio - Sebastião Laranjeiras - Tanhaçu - Tanque Novo – Urandi), o território de identidade Velho Chico que engloba os municípios em destaque, (Barra - Bom Jesus da Lapa - Brotas de Macaúbas - Carinhanha - Feira da Mata - Ibotirama – “**Igaporã**” - Malhada - Matina - Morpará - Muquém do São Francisco - Oliveira dos Brejinhos - Paratinga - Riacho de Santana - Serra do Ramalho - Sítio do Mato). Esses territórios são os mais adequados para a realização deste estudo dentre os demais territórios do estado, destacando os municípios de Caetité, Guanambi e Igaporã que possuem usinas eólicas pertencentes

ao complexo eólico Alto Sertão. Essa área de estudo abrange parte da Serra do Espinhaço, que se situa dentro dos municípios de Igaporã, Caetité e Guanambi no Estado da Bahia. É nessa formação, qualificada por elevadas altitudes e enormes potenciais eólicos, onde foi implantado o Complexo Eólico Alto Sertão. É um espaço em que seus atributos físicos geográficos e localização em referência à circulação atmosférica, agregaram requisitos adequados ao aproveitamento relativo dos ventos, transformando-os em energia elétrica.

### 3.4. UTILIZAÇÃO DE ESTUDO DE CASOS

Partindo do pressuposto da delimitação da área de abrangência do estudo e adoção de estudo de caso como estratégia de investigação de melhor compreensão, indo além de uma simples opção de coleta de dados. A escolha pelo estudo de caso foi adotada quando as perguntas como e porquê foram feitas sobre um conjunto de eventos contemporâneos sobre os quais o investigador possui pouco ou nenhum controle (YIN, 2005).

Para tanto, a pesquisa efetivou um complexo de usinas de energia renovável eólica, como estudo de caso base para a pesquisa. A organização que foi escolhida como estudo de caso, é o Complexo Eólico Alto Sertão, no Estado da Bahia, nome que recebeu o conjunto de complexos de produção de energia eólica na região baiana.

O Complexo Eólico do Alto Sertão I teve toda sua energia contratada no leilão de energia de Reserva (LER)<sup>10</sup> de 2009, são ao todo 14 parques eólicos, com início da construção em 2011, com a entrega no ano de 2012, mas só começou a operar no ano de 2014, devido ao atraso da construção das linhas de transmissão de responsabilidade da Companhia Hidrelétrica do São Francisco - Chesf. Com capacidade instalada de 294,4 MW e 1,2 bilhões de reais investidos (RENOVA, 2011).

O Complexo foi instalado nos municípios de Caetité, Guanambi e Igaporã, na região do semiárido baiano. Foram implantados 184 aerogeradores, montados em torres de 80 metros de altura, com pás de 42 metros de comprimento.

O Complexo Eólico do Alto Sertão II teve sua energia contratada no LER de 2010 para 6 parques e no Leilão de Energia Nova (LEN)<sup>11</sup> de 2010 para 9 parques. O

---

<sup>10</sup> Promovido pelo Governo Federal. A contratação da energia de reserva foi criada para elevar a segurança no fornecimento de energia elétrica no Sistema Integrado Nacional (SIN).

<sup>11</sup> O leilão de energia nova tem como finalidade atender ao aumento de carga das distribuidoras. Neste caso são vendidas e contratadas energia de usinas que ainda serão construídas.

Complexo inclui 15 parques eólicos, com a construção iniciada no ano de 2012, com a entrega de 6 parques em 2013 e o restante em 2014, com o início operação no ano seguinte da entrega. Por meio de 1,4 bilhões de reais investidos pelo empréstimo com o BNDES<sup>12</sup>, o Complexo alcançou 386,1 MW de capacidade instalada, utilizando 230 aerogeradores. Os municípios envolvidos no Complexo são: Caetité, Guanambi, Igaporã e Pindaí, todos do sudoeste baiano numa área de 150 quilômetros de extensão.

### 3.5 A COLETA DE INFORMAÇÕES

A pesquisa documental refere-se na pesquisa primária (coleta de dados nas indústrias das energias renováveis e nas diversas instituições envolvidas na pesquisa), na pesquisa bibliográfica, de fontes secundárias (oriundas de informações do setor disponíveis em artigos, relatórios e agências especializadas) e uma extensa revisão da literatura (com o emprego de artigos científicos, livros, teses, publicações periódicas como subsídios à pesquisa).

A análise conjunta das informações permitiu a concepção inicial da energia eólica e competitividade, com o propósito de fazer o pré-diagnóstico, assim como a identificação de quais dados e informações complementares seriam indispensáveis para alcançar os objetivos previstos neste estudo. O pré-diagnóstico foi realizado no período de 2018 a 2020 e foi possível a identificação de alguns aspectos classificados como principais Pontos Focais relacionados à competitividade: Análise Econômica, Concorrência, Tecnologia, Custos Operacionais, Regulação / Governo, Impactos Ambientais, Competitividade, Mercado e Geração Híbrida, no qual resultou em um trabalho científico publicado por (MARQUES et al., 2020)<sup>13</sup>, que possibilitou uma primeira visão do comportamento do processo, bem como permitiu a identificação de seus diversos atores - chave, das áreas e das demandas para as quais tornou-se imprescindível a procura de elementos complementares.

---

<sup>12</sup> Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

<sup>13</sup> O artigo pode ser acessado através do link: DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n2.52282>

### 3.6 OS SUJEITOS DA PESQUISA DE CAMPO – ENTREVISTAS

Nesta pesquisa foram entrevistados, 38 indivíduos. A escolha destes agentes-chave levou em consideração o grau de conhecimento que elas possuem sobre o programa de energias renováveis e contexto socioeconômico no qual está inserido, definidos pela atuação direta e indireta nas usinas de energias renováveis, no setor de energia, sejam nos órgãos governamentais, instituições de pesquisa, ou em outros setores produtivos de energia. O roteiro da entrevista está apontado no Apêndice B.

Os critérios adotados para identificar os especialistas (os respondentes) e suas instituições e empresas participantes, se deu por demonstrar relação direta com a área de energias renováveis, órgãos participantes diretos e indiretos do setor, instituições de pesquisa inseridas no processo. Para Triviños (1987), a entrevista em profundidade é mais apropriada aos métodos qualitativos por destacar a presença do investigador e, juntamente, disponibilizar todas as perspectivas possíveis para que o respondente alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, engrandecendo a investigação.

A relação dos agentes-chave entrevistados ou encaminhados os questionários, está exposto no quadro 5, respeitado a exceção quanto à liberdade de expressão por parte deles, na qual lhes foi garantido o sigilo total quanto a sua identificação na hora da exibição do estudo. As categorias e agentes-chave foram:

**Quadro 5** – Agentes-chave da pesquisa a serem entrevistados

<b>Categorias</b>	<b>Instituição – Município - Representante a ser entrevistado(a)</b>	<b>Número de Participantes</b>
Instituição Governamental	SEINFRA - Secretaria de Infraestrutura – Salvador – BA	1
	SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais - BA	1
	SDE- Secretaria de Desenvolvimento Econômico – BA	1
	CODEVASF – Companhia do Desenvolvimento do Vale do São Francisco – Guanambi / Bom Jesus da Lapa	1
Entidades / Federação / Organizações	SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Vitória da Conquista / Guanambi - Sra. Josi Viana	1
	Associação Comercial e Industrial de Caetité	1

Usinas	Complexo Eólico Alto Sertão - Renova Energia – Caetite – Bahia Enel Green Power - Tacaratu - Pernambuco	20 1
Fornecedora de equipamentos e peças	Empresas fabricantes de Peças para as usinas Eólica Ex. Alstom – Fábrica de Torres eólicas – Jacobina – BA (TEN- torres eólicas do Nordeste. (31) 3195-4330	1
	Gamesa Fábrica de Aerogeradores – Simões Filho – Bahia Wobben – Fábrica de aerogeradores – Juazeiro -Bahia (015) 2101-1860	1 1
Assistência Técnica	Empresas especializadas do setor (SIEMENS; GAMESA; ENERGISA)	1
Pesquisa / Ensino Financeira	UFBA – Universidade Federal da Bahia –	3
	Banco do Nordeste -	1
Empreendedores	Empreendedor / Microempreendedor 1 –	2
Consultoria e outros	EOLUS Consultoria – Salvador - BA	1
Total		38

Fonte: Autor, 2020

Para Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa de campo é aquela utilizada como o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queria comprovar, ou, ainda, de descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. A entrevista tem como objetivo a obtenção de informações do entrevistado, sobre determinado assunto para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema, assim como a obtenção de informações adicionais.

### 3.7 OS SUJEITOS DA APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Neste estudo foram encaminhados, eletronicamente, questionários à agentes-chave da cadeia produtiva da energia renovável eólica, que foram classificados na pesquisa como Agentes Especialistas em energias renováveis, em específico as energias eólica e com visitas *in loco* para a aplicação dos questionários.

A escolha dos sujeitos foi levada em conta o conhecimento e experiência que eles possuem sobre a cadeia produtiva das energias renováveis eólica e o seu contexto socioeconômico no qual faz parte. As identidades dos sujeitos não serão divulgadas para a preservação do sigilo, bem como à liberdade em poder expressar a sua opinião.

Foram elaborados e distribuídos os questionários de forma a contemplar os diversos agentes que atuam na cadeia produtiva da energia renovável.

Para levantar as informações, foram encaminhados os questionários pelo método da amostragem não – probabilística, considerando os que detiverem maior conhecimento do assunto. O questionário da pesquisa está apontado no Apêndice B.

Para Lakatos e Marconi (2010), declaram que o método de representatividade da amostragem na pesquisa qualitativa não é numérico como na pesquisa quantitativa. Esse número não deve ser muito grande, mas deve ser suficientemente pequeno de forma a permitir que o pesquisador seja eficaz de conhecer bem o objeto de estudo.

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA DE CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO DE PESQUISA

Com intuito de verificar a confiabilidade do instrumento de pesquisa, este foi analisado mediante o coeficiente Alfa de Cronbach. O coeficiente Alfa de Cronbach, desenvolvido por Lee J. Cronbach (1951) é uma das ferramentas estatísticas mais importantes e difundidas em pesquisas que envolvem a construção de testes estatísticos e sua aplicação. A medida separa os dados em dois, de todas as maneiras possíveis, calculando o coeficiente de correlação para cada parte. A média destes valores resulta, exatamente, no coeficiente de Alfa de Cronbach, uma das medidas mais comuns de confiabilidade (FIELD, 2009).

De acordo com Toro et al. (2022), o Alfa de Cronbach mostrou-se útil devido, a pelo menos, três razões: a) fornece uma medida razoável de confiabilidade em teste único, não sendo necessárias repetições ou aplicações paralelas de um teste para verificação de consistência do mesmo; b) permite aplicação em questionários de múltipla escolha, com variáveis categóricas ou escalares, bem como instrumentos que utilizam escala Likert (caso específico desta pesquisa); c) pode ser calculado por metodologias estatísticas básicas.

O Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ), é calculado conforme Equação (1):

$$\alpha = \frac{N^2 Cov}{\sum \sigma_{Item}^2 + \sum Cov_{Item}}$$

Eq. (1)

onde N é o número de itens ao quadrado multiplicado pela média da covariância entre os itens (média dos elementos fora da diagonal da matriz de variâncias-covariâncias).

O denominador é a soma de todas as covariâncias e variâncias dos itens (soma total da matriz de variâncias e covariâncias).

Os valores do Alfa de Cronbach variam de 0 a 1. A literatura afirma que o valor aceitável da medida seria a partir de 0,8 (CORTINA, 1993; VENTURA-LEÓN; PEÑA-CALERO, 2021). No entanto, deve-se observar o tipo de questionário e sua finalidade. Para testes de habilidades, 0,7 já é considerada uma medida razoável, enquanto para construtos de habilidades psicológicas, medidas abaixo de 0,7, até 0,6, podem ser esperados, devido à diversidade de características que podem estar sendo medidas (FIELD, 2009).

A presente pesquisa utilizou um instrumento de duas seções, com 38 questões (duas questões na seção 1 e 36 questões na seção 2). De acordo com os objetivos do estudo, a seção 1 trata apenas de aspectos gerais, como o tempo de experiência, ou envolvimento com a cadeia produtiva de energias renováveis e o tipo de organização que o respondente atua.

A segunda parte é específica e trata dos fatores estruturais de competitividade. Assim, apenas esta seção foi submetida ao escrutínio do Alfa de Cronbach. Para auxílio do cálculo da medida foi utilizado o software estatístico SPSS®, versão 21.

Para cálculo do indicador os dados foram tabulados em uma planilha do Excel, com os indivíduos dispostos na coluna (28 indivíduos participantes) e as questões dispostas na linha, numeradas de p1 a p38. Para as questões 3 a 38 (segunda seção do questionário) a escala Likert foi definida de forma crescente, ou seja, do critério muito desfavorável ao critério muito favorável, totalizando cinco possibilidades de escolha.

Assim, para cada questão, foram dispostas as respostas de 1 a 5<sup>14</sup>. Com a planilha preenchida, os dados foram transferidos para o SPSS®, onde foi realizada a análise. Valor do Alfa de Cronbach está disposto na Tabela 7.

Tabela 7 – Estatística de confiabilidade do indicador Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach – itens padronizados	Número de itens
0,973	0,978	36

Fonte: Dados da pesquisa.

<sup>14</sup> 1 – Muito desfavorável, 2 – Desfavorável, 3 – Neutro, 4 – Favorável, 5 – Muito favorável. Nota do autor.

De acordo com a Tabela 7, o valor do Alfa de Cronbach foi de 0,973. O valor evidencia confiabilidade do instrumento de pesquisa, conforme estudos anteriores de Silva Júnior et al. (2011) e Damásio. B. F. (2012) para variáveis qualitativas.

A Tabela 8 mostra o desempenho de cada uma das questões analisadas pela medida. A tabela evidencia a média escalar, se porventura, cada um dos itens for excluído, bem como a variância, correlação e exclusão do valor do Alfa de Cronbach para cada um dos itens.

Tabela 8 – Estatística do teste para cada item do instrumento de pesquisa

Questões do Instrumento	Média de escala se o item for excluído	Variância de escala se o item for excluído	Correlação de item total corrigida	Alfa de Cronbach se o item for excluído
p3	141,86	520,720	,710	,973
p4	141,86	520,720	,710	,973
p5	141,14	526,942	,926	,973
p6	141,71	515,471	,811	,972
p7	141,86	481,312	,974	,971
p8	142,00	499,259	,859	,972
p9	142,57	512,550	,589	,973
p10	142,00	518,815	,651	,973
p11	142,00	518,815	,651	,973
p12	141,86	513,312	,733	,972
p13	143,43	516,106	,453	,974
p14	142,57	495,069	,967	,971
p15	141,86	481,312	,974	,971
p16	143,86	518,053	,607	,973
p17	141,43	509,884	,949	,972
p18	141,86	500,571	,901	,971
p19	142,14	499,683	,722	,973
p20	141,86	500,571	,901	,971
p21	142,43	490,624	,854	,972
p22	141,57	510,772	,922	,972
p23	142,57	491,513	,770	,972
p24	141,57	510,772	,922	,972
p25	143,00	499,852	,626	,974
p26	141,71	511,915	,727	,972
p27	141,14	526,942	,926	,973
p28	143,14	523,386	,619	,973
p29	141,57	510,772	,922	,972
p30	141,14	526,942	,926	,973
p31	141,43	533,291	,373	,974

p32	141,57	538,921	,130	,974
p33	141,57	538,921	,130	,974
p34	141,71	511,915	,727	,972
p35	141,43	509,884	,949	,972
p36	141,57	538,921	,130	,974
p37	141,86	513,312	,733	,972
p38	141,14	526,942	,926	,973

Fonte: Dados da pesquisa.

### 3.9 ANÁLISE DA COMPETITIVIDADE BASEADO NO MODELO CONSOLIDADO MADE IN BRAZIL E NOS PONTOS FOCALIS

O estudo sobre análise de competitividade procurou explicar quais as mais importantes e principais características do modelo definido e escolhido como subsídio para análise de competitividade, sendo indispensável o aprofundamento e detalhamento deste modelo para o entendimento da problemática do estudo. Com o aprofundamento do modelo referenciado e dos pontos focais elencados, entende-se que o conceito de competitividade traz uma grande quantidade de concepções conforme a perspectiva da pesquisa. Explícita, que até então analisando e estudando que um modelo de instrumento de análise de competitividade geral e definitivo, pode não se aplicar a todas as organizações.

Visto que o modelo estudado e apresentado demonstra ser consolidado e eficaz para analisar e avaliar a competitividade das organizações, à compreensão das várias análises dos índices de competitividade, juntamente com a corroboração com os pontos focais determinados. Para analisar e aperfeiçoar a percepção entre fatores que figuram a competitividade e seus indicadores, foi preciso sistematizar os conceitos do modelo elencado e os pontos focais em condições metodicamente mensuráveis, para garantir anuência à mesma.

A análise dos dados pesquisados que embasaram a definição dos especificados Pontos Focais para a Análise de Competitividade, partiram de uma extensa revisão da literatura disponível.

Por intermédio e adaptação do estudo sistemático do modelo de análise de competitividade, denominado como ECIB de Ferraz et. al. (1995) foi confeccionado um estudo das análises dos fatores e pontos focais de competitividade da energia eólica.

A associação de um grupamento de fatores/variáveis traz como consequência a efetuação de uma avaliação em torno de cada um dos pontos nomeados, com investigação e o comportamento das variáveis estudada. O produto a ser conseguido foi o diagnóstico de nove Pontos Focais determinantes, Sendo estes: Análise econômica, Concorrência, Tecnologia, Custos operacionais, Regulação/ Governo, Impactos ambientais, Competitividade, Mercado e Geração híbrida.

### 3.9.1. Etapas organizacionais para o desdobramento dos Pontos Focais

As etapas organizacionais que embasaram a seleção dos mencionados fatores são retratadas aqui:

Inicialmente, para embasar o argumento da seleção dos fatores e pontos focais determinantes, as etapas organizacionais ou metodológicas acompanharam alguns procedimentos a saber, elaborados com adaptação de Teixeira (2003).

#### Quadro 6 – Etapas organizacionais que embasaram a seleção de fatores

Reconhecimento dos fatores/variáveis determinantes da competitividade e dos procedimentos fundamentais por meio da reunião dos modelos elencados conforme a cadeia pesquisada;	Modelo Consolidado ECIB- Made In Brazil
Escolha dos elementos mais significativos dos relacionados fatores, compilando conforme suas peculiaridades;	Análise Bibliométrica e Diagnostico dos Pontos Focais
Análise da competitividade das relações da cadeia estudada, portando como parâmetro a conjuntura nacional, utilizando aspectos metodicamente mensuráveis;	Revisão da Literatura/ Pesquisa de Campo
Investigação geral de todos os fatores e fundamentos relevantes da competitividade em toda relação da cadeia pesquisada isoladamente: produção industrial, geração e armazenamento de energias e transmissão e distribuição de energias;	Revisão da Literatura/ Pesquisa de Campo
Categorização dos substanciais bloqueios e recomendação de sugestões determinantes à competitividade da cadeia estudada.	Resultados

Fonte: Autor, 2020

Nesta etapa, os Fatores e Pontos Focais determinantes, assim como os Pontos Focais Temáticos, foram escolhidos conforme os devidos critérios:

Baseados em informações coletadas em dados secundários obtidos através dos artigos pesquisadas em periódicos e da pesquisa bibliográfica;

Baseado na seleção dos modelos de análise e diagnóstico de competitividade, em conformidade com as essências fundamentais de cada modelo estudado;

Baseado em dados referentes a visita in loco realizada em uma usina híbrida de geração de energia renovável eólica e solar fotovoltaica, no Nordeste brasileiro, e nas usinas do complexo eólico Alto Sertão, na qual pôde ser observado e diagnosticado em parte a cadeia das energias renováveis eólica e solar.

Baseado na construção do questionário semiestruturado, que foi confeccionado para aplicação com alguns agentes ou atores que fazem parte da cadeia da energia renovável, com o intuito de consagrar de fato os fatores determinantes.

Baseado nas presunções relacionadas acima, foram capazes constatar os fatores relevantes e os seus pontos focais temáticos, contemplando as características de competitividade para a cadeia das energias renováveis eólica, considerando a demonstração da viabilidade no que corresponde ao nível de dificuldade e simplicidade de acesso para todo elemento apontado.

Os Fatores e Pontos Focais, para cada Ponto Focal Temático, estão ilustrados no quadro 7, visto que toda etapa requer ser pesquisada e estudada, segundo suas características específicas individuais.

**Quadro 7 - Fatores Determinantes e Pontos Focais aplicados à análise da competitividade da Energia Renovável Eólica**

<b>Fatores Determinantes</b>	<b>Pontos Focais</b>	<b>Pontos Focais temáticos</b>
<b>Fatores Empresariais</b>	<b>Economicidade</b> <b>Concorrência</b> <b>Custos Operacionais</b>	análise de viabilidade investimentos estudos locacionais para implantação <hr/> <b>Gestão</b> Planejamento estratégico Gestão empresarial e técnica Assistência técnica Recursos humanos e Treinamentos Relacionamento com os agentes da cadeia
	<b>Tecnologia</b> <b>Geração Híbrida</b>	novas tecnologias equipamentos processos sistemas de informação gerencial inteligência artificial produção de hidrogênio processos de armazenamento de energia Expansão da capacidade instalada Geração Híbrida das energias Qualidade dos equipamentos e disponibilidades
<b>Fatores Sistêmicos</b>	<b>Regulação / Governo</b> <b>Competitividade</b> <b>Mercado</b>	<b>Marco Legal:</b> Lei 9478/1997 e outras legislações Projeto de Lei 2505/2007 e outras legislações Leilões de Energia Eólica <hr/> <b>Políticas Públicas:</b> Políticas e programas específicos Políticas de expansão das energias renováveis ----- <b>Macroeconômico</b> Taxa de câmbio Incentivos fiscais e Subsídios Crédito e financiamento Inflação Exportação e Importação ----- <b>Microeconômico</b> Demanda e oferta Produção e custos Estrutura de mercado
<b>Fatores Estruturais</b>	<b>Impactos Ambientais</b>	<b>Infraestrutura</b> Logística; Suprimentos e Armazenamento Equipamentos e Condições de Transmissão ----- <b>Questões Ambientais</b> Impactos ambientais Condições climáticas Zoneamento ambiental e econômico Emissão de ruídos ----- <b>Questões Sociais</b> Políticas de inclusão social Geração de emprego e renda

Fonte: Autor, 2020

### 3.10 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Para Gil (2008), não existe métodos e técnicas específicas para o tratamento e análise dos dados obtidos em estudo de caso. Porém, o autor sugere como alternativa a triangulação das informações obtidas para possibilitar a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do fenômeno estudado.

Para identificar e verificar os Pontos Focais de competitividade da energia eólica foram atribuídas avaliações entre Muito desfavorável e Muito favorável para as questões elaboradas de acordo com fatores determinantes selecionados para o estudo. O uso da escala de Likert, que é um tipo de escala de resposta psicométrica usada em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância. Com a escala, pode-se usar para medir diferentes atitudes e comportamentos de um entrevistado, na intenção de encontrar:

- O nível de concordância de uma afirmação.
- A frequência com que determinada atividade é realizada.
- O nível de importância atribuída a uma atividade específica.
- A avaliação de um serviço, produto ou empresa.
- A probabilidade de realização de ações futuras.

No mesmo questionário foi disponibilizado um espaço para o respondente tecer comentários em cada quesito, caso ele ache necessário. Os dados obtidos com a aplicação dos questionários tiveram como objetivo coletar as percepções dos agentes especialistas no que se refere aos fatores que implicam na competitividade das energias renováveis eólica. Foi realizado um tratamento estatístico simples com a utilização do software Microsoft Excel para representar os percentuais de cada pergunta.

Com isso, foi obtida uma apreciação geral de cada ponto focal e fator determinante. De propriedade de todas as informações por meio das respostas conseguidas nos questionários estruturados, em conjunto com a avaliação das entrevistas e do material bibliográfico e documental, efetivou-se uma análise por intermédio da triangulação com o propósito de tornar mais robustos os resultados da pesquisa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são demonstrados os resultados do estudo. Estes se pautaram tanto nos dados primários coletados com os autores chave escolhidos, bem como, por meio de dados secundários. A análise conjunta destas informações (qualitativas e quantitativas), viabilizaram um diagnóstico profundo dos fatores de competitividade da energia eólica, associados ao complexo eólico Alto de Sertão na Bahia.

Desta forma, a seção está subdividida em dois subcapítulos. O primeiro trata dos aspectos de competitividade associados aos pontos focais identificados na análise da literatura. Todos os nove pontos foram discutidos e comparados com os achados obtidos junto às entrevistas. Já a segunda subseção trata de aspectos e dados quantitativos coletados junto à órgãos e agências pertinentes. Estas informações corroboram com o identificado nas entrevistas e reforçam a importância estratégica e competitiva da energia eólica produzida no Nordeste do país, e em especial, no complexo eólico Alto do Sertão, na Bahia.

### 4.1 ANÁLISE CONJUNTA DOS FATORES E PONTOS FOCAIS DE COMPETITIVIDADE DA ENERGIA EÓLICA COM FOCO NO COMPLEXO EÓLICO ALTO SERTÃO NA BAHIA

Atualmente, a sociedade tem reformulado suas concepções acerca do conceito de desenvolvimento, com a incorporação da questão socioambiental à noção de progresso econômico e denota-se evidente esforço para se incentivar a geração energética por fontes alternativas renováveis.

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios globais da atualidade (ZÁKHIA et al., 2021). A produção de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia (FERs) com baixas emissões de CO<sub>2</sub> tornou-se uma questão crucial porque a queima de combustíveis fósseis está associada às emissões de gases de efeito estufa (GONZÁLEZ-ÁLVAREZ; MONTAÑÉS; OLMOS, 2020). Gallagher et al., (2019) afirmam que as energias renováveis representam uma das formas de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e realizar as mudanças necessárias na matriz energética. Assim, o uso de energias renováveis, como a energia eólica, tem crescido exponencialmente em todo o mundo.

A tecnologia de geração de energia eólica evoluiu de forma mais acelerada a partir da década de 1970, quando se intensificou sua disseminação e difusão para o fim de geração de energia elétrica de maior escala. A energia eólica passou a receber especial atenção das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento científico e tecnológico nesse período (MARTINS et al., 2018).

A análise conjunta dos fatores e pontos focais de competitividade da energia eólica proposta nesta pesquisa teve como base o uso do modelo de análise de competitividade, elaborado pelos autores Ferraz et. al. (1995) no Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira – ECIB, que demonstra três fatores que conferem competitividade ao setor, que são: Fatores Empresariais, Fatores Estruturais e Fatores Sistêmicos com corroboração dos pontos focais identificados a partir de pesquisa científica.

As seções seguintes apresentam os resultados dos Fatores e pontos focais analisados. Assim, foi possível compreender como cada Fator, ponto focal e seus respectivos Elementos Temáticos influenciam a competitividade da energia eólica com foco no estudo de caso do complexo eólico Alto Sertão no estado da Bahia.

#### **4.1.1 Competitividade da Energia Eólica: Avaliação dos Fatores Sistêmicos e Pontos Focais associados**

Em relação as energias renováveis, em especial a energia eólica, a atuação e participação do Governo Federal e Estadual é de substancial importância para inserir Leis, Normas e Regulamentações que ditem as diretrizes do mercado como um todo.

Antes de fazer quaisquer ponderações sobre o marco legal, sua associação com as políticas setoriais, é pertinente uma pequena argumentação a respeito dos motivos que tornam a intervenção governamental tão importante para o desenvolvimento econômico de uma estabelecida região, de um produto ou serviço. A participação e intervenções do Governo têm sido positivas para a criação e introdução de novos negócios, tendo em vista que históricos de instabilidades econômicas são capazes de acontecer a qualquer momento, tornando o negócio da energia eólica, tal como, em um negócio de alto risco.

Justifica-se que este aspecto seja discutido, pois tanto a regulação como as políticas públicas são mecanismos dos quais o governo possui para estabelecer estruturas de incentivos que conduzem as decisões dos agentes privados. As regras,

normas, leis e regulamentações perpetram pressão sobre um ramo ou setor ao figurar as condições econômicas, cenário que impõem ao gestor público maior responsabilidade para gerir seus contratos, assim como os programas e incentivos para a cadeia da produção e geração da energia renovável eólica definidos pelo governo direcionaram as decisões dos agentes pertencentes da cadeia.

Nesse contexto, o fomento à pesquisa e desenvolvimento relacionados à energia renovável assumiu *status* de princípio/objetivo na agenda da Política Energética Nacional através da (Lei 9.478/97 e da Lei 12.490/11, no qual identifica em seu Art. 1º as políticas nacionais para o aproveitamento racional das fontes de energia visarão aos seguintes objetivos constantes em alguns incisos aqui demonstrados na Lei nº 9.478 de 06 de agosto de 1997 (BRASIL, 1997)

I - Preservar o interesse nacional;

II - Promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho e valorizar os recursos energéticos;

VII - identificar as soluções mais adequadas para o suprimento de energia elétrica nas diversas regiões do País;

VIII - utilizar fontes alternativas de energia, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis;

IX - Promover a livre concorrência;

X - Atrair investimentos na produção de energia;

XI - ampliar a competitividade do País no mercado internacional.

XVII - fomentar a pesquisa e o desenvolvimento relacionados à energia renovável;

As políticas públicas dirigidas a incrementar o uso das novas fontes de energia renováveis no Brasil, no que tange a energia eólica, teve como marco inicial, o primeiro programa explicitamente focado no desenvolvimento da energia eólica no Brasil que foi o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEÓLICA (Resolução GCE nº. 24/01) (BRASIL, 2001). Criado com o objetivo de contratar 1.050 MW de projetos até dezembro de 2003, o programa sequer foi regulamentado pela ANEEL, face um sem-número de obstáculos operacionais e burocráticos. Assim, em substituição foi criado um novo programa referente ao incentivo às fontes alternativas de energia elétrica, que consta no artigo 3º da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002 (BRASIL, 2002), onde fica instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida

por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos<sup>15</sup>, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional, e nas modificações introduzidas pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, e na Lei nº 11.075, de 2004 (DO VALLE COSTA; LA ROVERE; ASSMANN, 2008). O Programa molda o âmbito material de desenvolvimento de energias renováveis tão somente a 3.300 MW numa 1ª etapa, dos quais resultaram adjudicados um contingente de 1.429 MW para instalações de produção de eletricidade de origem eólica.

A incerteza na continuidade do Programa a longo prazo, comprometido pelas profundas mudanças regulatórias implementadas pela Lei 10.848, de 2004, que estabeleceu que a totalidade do mercado regulado deve adquirir energia por leilões promovidos pela Aneel, e medidas protecionistas que apresentava o modelo desenhado e, a precária definição política que mostrava uma clara falta de ambição em seus objetivos energéticos, principalmente em relação a geração eólica, oprimiram seriamente o desenvolvimento do Programa. A regulação do setor de energia renovável eólica está evoluindo de forma estruturada com outras políticas públicas e com as próprias demandas, isto porque uma legislação não é estática, ela amadurece e evolui no seu tempo.

Nesta pesquisa, foi levado em consideração os Fatores Determinantes e Pontos Focais associados para compreender o nível de competitividade do setor. Levou-se em consideração os pontos focais temáticos Marco Legal e Políticas Públicas, sendo retratados os principais elementos: Lei 9478/1997 e outras legislações; Projeto de Lei 2505/2007 e outras legislações; Leilões de Energia Eólica; Políticas e programas específicos e as Políticas de expansão das energias renováveis.

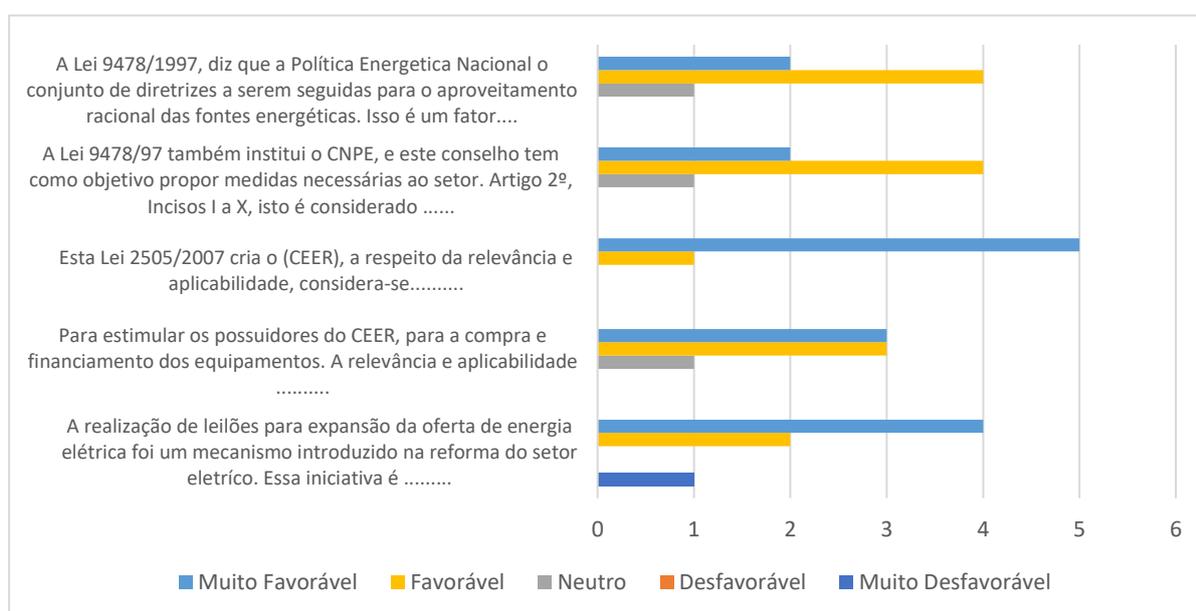
---

<sup>15</sup> Produtor Independente é Autônomo quando sua sociedade, não sendo ela própria concessionária de qualquer espécie, não é controlada ou coligada de concessionária de serviço público ou de uso do bem público de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica, nem de seus controladores ou de outra sociedade controlada ou coligada com o controlador comum (Lei 10.438 26/04/2002; Lei 10.762 11/11/2003).

#### 4.1.1.1 Diagnóstico dos Fatores Determinantes e Pontos Focais associados com foco no Marco Legal

Os resultados dos questionários aplicados aos agentes especialistas presentes na cadeia da energia eólica com relação aos elementos temáticos do Fator Determinante Sistêmico e Pontos Focais associados com foco no Marco Legal são apresentados no gráfico 6, seguida por uma discussão das percepções dos entrevistados e de uma revisão bibliográfica.

**Gráfico 6** – Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco no Marco Legal de acordo com a percepção dos agentes especialista em energia eólica



Fonte: Dados da Pesquisa

De acordo os dados apresentados a implementação da Lei 9.478/1997 e suas diversas alterações e complementariedade no marco legal sobre a política energética nacional, como conjunto de diretrizes a serem seguidas para o aproveitamento racional das fontes energéticas nacionais para a melhoria da competitividade do mercado de energias renováveis foi considerado bastante favorável, representando 85% no total (Favorável/Muito Favorável). Este quesito constata com as falas dos entrevistados associado ao fato que a energia é um negócio estratégico para o desenvolvimento e desempenho econômico e que a baixa produção e a disposição crescente dos preços do petróleo no mercado global evidenciaram a necessidade da busca de outras fontes de energia, em destaque as renováveis. Isto é, a necessidade

de incorporar a energia limpa especialmente a energia eólica na matriz energética caracteriza-se como uma alternativa viável e denota um avanço no aspecto de competitividade do mercado na área das energias renováveis. Neste sentido, houve concordância entre os entrevistados em torno da energia eólica como uma alternativa de energia capaz de reduzir a dependência do petróleo (BRAGA; BRAGA, 2012).

Um aspecto que foi relatado pelos entrevistados é que faltava um arcabouço legal que regulasse a expansão das fontes de energia existentes, conciliando com questões ambientais e estratégias nacionais, alcançando as novas fontes de energias renováveis. Porém, faltou a integração das políticas públicas dos estados e incorporar o conceito de eficiência energética como elemento estratégico. Não se pode esquecer e deve ser foco de análise o ambiente internacional já vigente à época, guiado pelo “mainstream” neoliberal que influenciou a Lei na sua concepção. Ainda na questão dos marcos regulatórios, a Lei nº 9.478/97 instituiu o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, no qual teve como objetivo propor a Presidência da República as medidas necessárias ao setor (BRASIL, 1997). Outro aspecto relatado pelos entrevistados é que a questão desse e de outros Conselhos é a sua composição, no caso, majoritariamente constituída por Ministros de Estado o que tende à descontinuidade das políticas públicas e dos critérios de prioridade a cada mudança de governo. Uma base mais ampla de participantes, especialistas renomados em matéria de energia poderiam dar mais solidez e estabilidade das estratégias para o setor de energias.

Para impulsionar e dar maior competitividade e transparência ao setor, foi promulgada a Lei 2505/2007 no Art 1º que cria o Certificado de Empreendedor de Energia Renovável - CEER, a ser concedido pelo poder público federal a pessoas físicas ou jurídicas que produzirem energia elétrica a partir de fontes alternativas e renováveis, e detalham os aspectos legais como nos incisos:

*§1º Os possuidores do CEER farão jus à garantia de compra, pelas concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, do excedente de energia elétrica produzida na forma do caput deste artigo, tendo como piso 100% (cem por cento) da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final dos últimos doze meses.*

*§2º A critério dos possuidores do CEER, o excedente de energia por eles produzida poderá ser transformado créditos de energia elétrica junto às concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica.*

De acordo com os dados da pesquisa, a criação do Certificado de Empreendedor de Energia Renovável - CEER, a ser concedido pelo poder público federal a pessoas físicas ou jurídicas que produzirem energia elétrica a partir de fontes alternativas e renováveis, foi considerado bastante favorável, representando na visão dos entrevistados 14,3% como favorável e 85,7% consideraram Muito Favorável. Assim demonstrando a grande importância do incentivo e de respaldo jurídico as normatizações.

A partir da iniciativa para estimular os possuidores do CEER em produzir energia elétrica a partir de fontes renováveis, os entrevistados consideraram bastante favorável, representando 42,85% Favorável e 42,85% Muito Favorável, totalizando um percentual de 85,7% a questão em que os empreendedores façam jus a facilidades para a compra e para o financiamento dos equipamentos necessários a esse tipo de geração. Foi relatado pelos entrevistados que empreendedor que tem interesse em obter o CEER já tem implícito esses estímulos, pensando-se em microgeração. Isso demonstra o grande interesse e estímulo para a busca de alternativas de energias renováveis e destaca-se aqui a energia eólica.

Nesse contexto, assumiram papel de destaque os chamados leilões dedicados. Os leilões de fontes alternativas (LFA) foram instituídos com o objetivo de atender ao crescimento do mercado no ambiente regulado e aumentar a participação das fontes renováveis na matriz energética (Decreto 6.048/07) (BRASIL, 2007). Assim, a partir das realizações dos leilões para a expansão da oferta da energia elétrica que foram introduzidos a partir da reforma do setor elétrico e consolidado com a efetiva participação de várias instituições do setor elétrico brasileiro, foi considerado pelos entrevistados como 28,6% favorável e 57,1% muito favorável a realização dos leilões para estimular o mercado. Uma perspectiva que foi relatado pelos entrevistados é que foi a partir destes leilões que houve a enorme expansão do setor eólico brasileiro, e que também em paralelo ao fator econômico outros aspectos relacionados à eficiência energética e aos fatores ambiental e social deveriam também ser incorporados.

Corroborando com o resultado das entrevistas e percepções dos entrevistados, a respeito da Lei nº 10.848 de 2004, que dispõe sobre a comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores, no Sistema Interligado Nacional - SIN, dar-se-á mediante contratação regulada ou livre, nos termos desta Lei e do seu regulamento.

Essa lei definiu o atual modelo de comercialização de energia elétrica no Brasil. O novo modelo do setor elétrico baseia-se em: regras estáveis, segurança e modicidade tarifária. A questão da modicidade tarifária se dá através de leilões públicos onde arremata aquele agente que oferecer a menor tarifa ao consumidor. Isto significa que a expansão do sistema acontecerá, como possível, de modo que o custo de eletricidade ao consumidor final se apresente mais competitivo economicamente, ao mesmo tempo em que os investidores em empreendimentos de geração terão a seu favor o estabelecimento de relações de longo prazo (DUTRA; SZKLO, 2006).

Uma parte central deste modelo era o estabelecimento de leilões de contratação de energia para introduzir concorrência entre os agentes de geração, na contratação de energia elétrica, no atendimento aos princípios da segurança do abastecimento e da modalidade tarifária, ou seja, a energia contratada neste modelo resultou em aquisições no menor preço (FERRAZ DE ANDRADE SANTOS et al., 2020). Fica então evidenciado a importância da regulamentação e principalmente da inserção dos leilões para estimular a competitividade na produção e geração da energia renovável eólica, o que evidencia o índice de 85,7% de favoráveis e muito favoráveis a realização dos referidos leilões.

A partir de um estudo bibliométrico feito sobre energia eólica e competitividade uma pesquisa mundial (MARQUES et al., 2020), no qual foi identificado os pontos focais referentes a competitividade da energia eólica, no que se atribui a regulação e governo, para corroborar com as legislação no Brasil, outros países também adotaram e criaram mecanismos de incremento regulatórios e ampliação das energias renováveis nas suas matrizes energéticas.

No artigo Eletricidade renovável na Suécia: uma análise de políticas e regulamentos de Wang (2006), mostrou que este estudo teve como objetivo analisar a evolução da formulação de políticas de energia renovável na Suécia, onde avalia o contexto da política energética, as mudanças na escolha dos instrumentos de política e incertezas, especialmente em torno das questões nucleares.

Embora tenha sido tomada uma decisão política de substituir a energia nuclear por renováveis, há uma falta de consenso sobre o ritmo de eliminação da energia nuclear devido aos impactos negativos percebidos na competitividade industrial. Essa incerteza afetou a formulação da política de energias renováveis (WANG, 2006b).

Estes pontos, chamados de impactos negativos na competitividade, visto ainda existir uma grande dependência da energia nuclear, são fortemente impulsionados

por autores, tais como (NIU et al., 2012), enfatiza que mesmo considerando o risco nuclear, o governo suspendeu a auditoria de todo o projeto de energia nuclear e realizou a liberação de segurança para as instalações de energia nuclear. Esta situação oferece à energia eólica amplas perspectivas de desenvolvimento. Além de ser favorável ao meio ambiente, a indústria de energia eólica também se torna necessária no desenvolvimento econômico e oferece oportunidades de emprego, e que afirmam que os resultados até o momento permitem concluir que é perfeitamente compreensível a preocupação dos países em buscar alternativas para promover a inserção das energias renováveis em suas matrizes energéticas, tratando das normas e regulamentações para incentivar os empreendimentos criando mecanismos e subsídios necessários.

Ficou evidenciado nas entrevistas que uma das causas do crescimento do estímulo ao crescimento dessa fonte de energia renovável foi a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). O PROINFA é um programa de incentivo do desenvolvimento de empreendimentos voltados para geração de energia eólica, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e empreendimento termelétricos a biomassa. O PROINFA, criado pela Lei 10.438 em 26 de abril de 2002, institucionalizou as políticas públicas referentes às fontes alternativas de energia no país, com objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas renováveis na matriz elétrica brasileira (BRASIL, 2002).

Esse programa foi regulamentado inicialmente pelo Decreto 4.541/2002, sendo posteriormente revisado pelas Leis 10.762/2003 e 11.075/2004 e regulamentado em 2004 pelo Governo Federal, por meio do Decreto 5.025/2004. A Lei 10.762, de 11/11/2003, alterou a tarifa de aquisição da energia de fontes renováveis cujo piso, determinado em 2002, era de 80% da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final. Com a mudança passa a ser de 50%, 70% e 90%, da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final dos últimos doze meses. Outra mudança que essa lei trouxe foi em relação ao índice de nacionalização dos equipamentos e serviços dos empreendimentos: determinado inicialmente, em no mínimo 50% em valor, passa a ser, na primeira etapa, de no mínimo 60% em valor e, na segunda etapa, de no mínimo 90% em valor. Além disso, essa lei altera o tempo dos contratos a serem firmados com a Eletrobrás: antes de quinze anos, passou para vinte anos (MACEDO, 2015).

Ficou demonstrado nas entrevistas que a necessidade da compra via leilões evidenciou ser ainda fundamental para a sustentação e incentivo da produção e geração da energia renovável eólica. A continuidade dos leilões, foi, portanto, um consenso entre os entrevistados visto que eles visam garantir a ampliação da oferta da energia eólica de forma competitiva (NOGUEIRA, 2011; RITA; FREITAS, 2015)

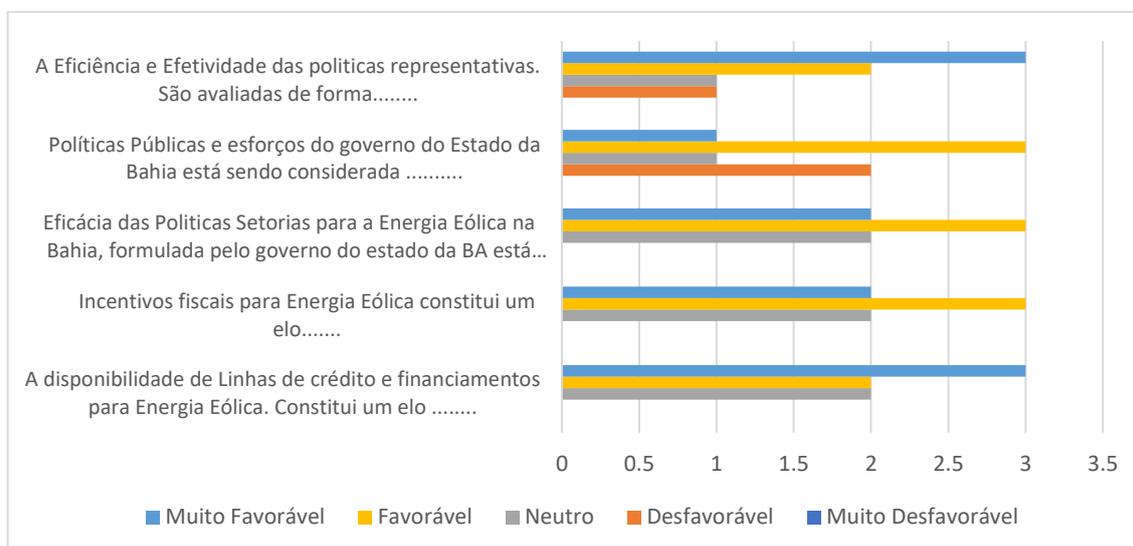
Corroborando com as análises feitas pelos os entrevistados, o artigo Gestão energética e inovação sustentável: a formação de preço da energia eólica no estado do rio grande do norte, demonstra o olhar dos autores a respeito dos modelos de leilões de energia elétrica, em compasso às novas perspectivas do mercado de eletricidade, têm visado maior competitividade entre geradoras e distribuidoras de energia, por meio do oferecimento de tarifas fixas, benefícios diversos e estabilidade (SOUZA et al., 2014).

Analisando no somatório de todos os elementos temáticos pesquisados ao Fator Determinante e Ponto Focal associado com foco no Marco Legal foi observado positivamente representando 88,5% como favorável/muito favorável.

#### *4.1.1.2 Diagnóstico dos Fatores Determinantes e Pontos Focais associados com foco nas Políticas Públicas.*

Os resultados dos questionários aplicados aos agentes especialistas presentes na cadeia da energia eólica com relação aos elementos temáticos do Fator Determinante Sistêmico e Pontos Focais associados com foco nas Políticas Públicas são apresentados no gráfico 7, seguida por uma discussão das percepções dos entrevistados e de uma revisão bibliográfica.

**Gráfico 7 – Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco nas Políticas Públicas de acordo com a percepção dos agentes especialista em energia eólica**



Fonte: Dados da Pesquisa

Os resultados da seleção dos dados investigados com relação as políticas públicas para o fomento da produção e geração de energia renovável eólica no Nordeste, em específico na Bahia formulada pelos Governos Federal e Estadual foram avaliados pelos entrevistados e considerados bastante satisfatórios, caracterizando uma avaliação geral de 68% como favorável/muito favorável. Ficou exposto ainda que uma parte significativa das repostas foram para a neutralidade, pois muitos dos respondentes relatam que os governos poderiam atuar de forma mais harmônica e transparente para o progresso das políticas públicas desenvolvidas e quais estão sendo aperfeiçoadas e ou formuladas.

Contribuindo com os dados a respeito das políticas públicas, um ponto que foi relatado pelos entrevistados diz que, mesmo com aos avanços e impulsionamentos no setor, especialistas afirmam que a falta de integração dessas políticas entre os entes federados e o governo central cria ineficiência nas possibilidades de expansão da geração e utilização dessas fontes de energia nos respectivos territórios. Pois os mecanismos de apoio diretos e indiretos aplicados e os que estão iminentes a serem aplicados pelo Brasil, são desenvolvidos e colocados em prática por diferentes atores, como o BNDES, a FINEP, a ANEEL, o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), o Ministério de Minas e Energia (MME), os Estados, os Municípios e as Instituições de Pesquisa. Na verdade, além de tornar mais complexo o conhecimento do setor,

prejudica que as políticas se completem ao longo dos anos, visto que os agentes podem ter objetivos diferentes e não há um órgão responsável pela organização do setor eólico brasileiro.

Em relação as políticas públicas para fontes renováveis alternativas e os esforços dispendidos do governo do estado da Bahia na promoção e incentivo para o incremento de novas fontes renováveis de energia, especialmente a eólica foi considerada pelos entrevistados que 57,10 % acreditam ser favorável / muito favorável, destacando o empenho para a efetividade das novas fontes renováveis de energia. Um ponto relatado e confirmado pelos entrevistados foram a iniciativa da Bahia, que foi pioneira ao promulgar a Resolução CEPRAM nº 4.180/2011, que dispõe sobre o Processo de Licenciamento Ambiental de empreendimentos de Geração de Energia Elétrica a partir de fonte eólica no Estado da Bahia, através da aprovação da Norma Técnica NT- (01/2011). No dia 05 de outubro de 2018, publicado no Diário Oficial a Resolução CEPRAM Nº 4.636, DE 28 DE SETEMBRO DE 2018 que estabelece critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em ambientes terrestres no estado da Bahia.

O objetivo da norma técnica, estabelece critérios e procedimentos para subsidiar o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica no Estado da Bahia, e esta norma aplica-se às atividades de planejamento, projeto, construção, operação e ampliação de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica no Estado da Bahia. Alguns dos entrevistados relataram ainda que 28,6% consideraram desfavorável a política pública para o incremento das fontes renováveis eólica, ponderando que poderiam ser mais incisivas e atraentes aos empreendedores. No que tange a eficácia das políticas setoriais específicas direcionadas a produção de energia eólica na Bahia, foi considerada pelos entrevistados que 71,4% favorável/ muito favorável para o desenvolvimento do mercado de energia renovável eólica.

As políticas públicas<sup>16</sup> implementadas na região Nordeste contribuem e produzem ambientes adequados para o recebimento de energias renováveis, para que assim o Nordeste possua grande heterogeneidade em sua matriz, pois quando existe períodos de seca e como resultado as estiagens de rios de abastecimento

---

<sup>16</sup> Proinfa, Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), Fundo de Energia do Nordeste (FEN) e o Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FDNE)

energético, a energia eólica passa a ser uma fonte complementar à hídrica, visto que coincide estes períodos de baixa pluviometria a períodos de ventos constantes e intensos.

Em relação aos incentivos fiscais para estimular a cadeia da energia eólica, promovendo a ampliação e entrada de novas usinas no Nordeste, para os entrevistados foi considerado que 71,4% acreditam que constitui um elo favorável / muito favorável as ações do governo. Na compreensão dos entrevistados, conforme relatos que creem na expectativa de quando o Estado deseja que determinada transformação mais profunda e transformadora ocorra na sociedade, vindo da transformação da sua infraestrutura produtiva, deve oferecer os meios para que tal objetivo seja alcançado.

Nesse campo, os incentivos e subsídios ganham sentido, permitindo que o Estado exerça um papel indutor, através de políticas públicas que premiam aqueles que realizam a ação transformadora pretendida. Se as energias renováveis trazem o apelo da sustentabilidade e do baixo ou nulo impacto ambiental e essas questões são uma prioridade civilizatória, justificam tais estímulos, porém, de forma integrada, articulada e coordenada pelo poder central com as instâncias subnacionais, perpassando a simples renúncia fiscal para alcançar outros patamares estratégicos, como integração com a indústria de transformação, com recursos relevantes para P&D. É política de Estado.

Ainda corroborando com a abordagem dos incentivos, alguns entrevistados consideraram que 28,6 % apontaram como neutra a questão dos incentivos fiscais do Estado como forma de impulsionamento do setor. Conforme percepção de entrevistado, onde diz que a Bahia é uma das unidades da federação com maior disponibilidade de campos e terrenos favoráveis para energia eólica, então ela tem uma vantagem competitiva que poucos estados possuem. Utilizar incentivos fiscais na indústria da energia eólica é potencialmente menos importante do que criar uma política de linhas de transmissão, essa sim a infraestrutura que o setor precisa para potencializar o “negócio do vento” e gerar externalidades para toda população.

A disponibilidade de linhas de créditos e financiamentos para a produção e geração de energia elétrica a partir de energias renováveis eólica, foi percebido pelos entrevistados que 71,4 % consideram favorável / muito favorável, para o fomento da produção de energia elétrica renovável no Nordeste, visto a importância desses incentivos.

As linhas de financiamento para suprimento de máquinas e equipamentos pelo BNDES também são consideradas uma importante política pública de incentivo ao setor eólico, na medida que proporciona subsídio desse setor ao facilitar a aquisição de máquinas e equipamentos para geração e distribuição de energia, sendo que estes são considerados um investimento de alto valor (LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018). Corroborando com os autores e, ratificando a importância das políticas públicas para o incentivo a energia eólica, o Complexo eólico Alto Sertão II que inclui 15 parques eólicos, com a construção iniciada no ano de 2012, com a entrega de 6 parques em 2013 e o restante em 2014, com o início da operação no ano seguinte da entrega e, teve o incentivo garantido por meio de 1,4 bilhões de reais investidos pelo empréstimo com o BNDES (RENOVA, 2012).

#### **4.1.2 Competitividade da Energia Eólica: Avaliação dos Fatores Estruturais e Pontos Focais associados**

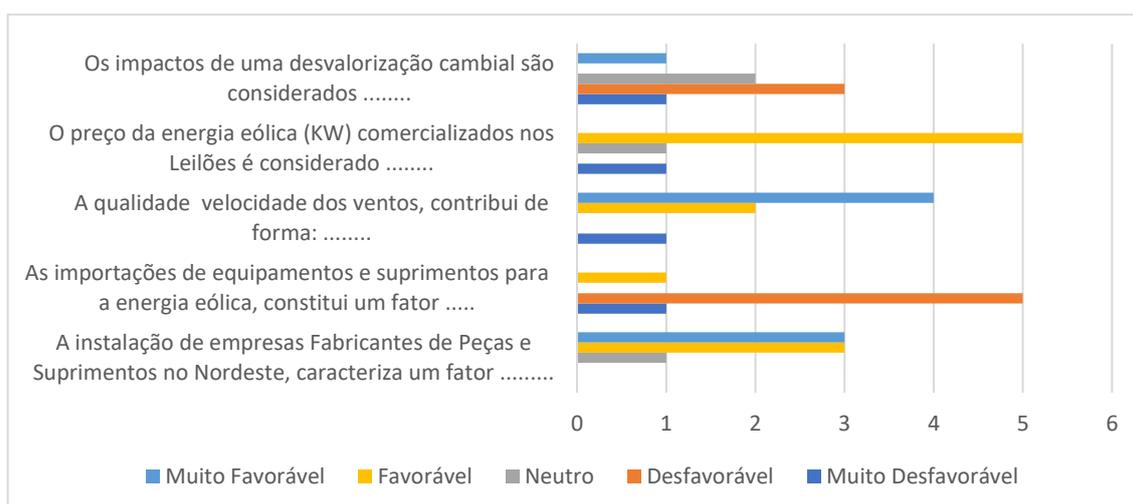
A energia eólica não se configura um negócio solitário do mundo, vários fatores colaboram ou dificultam o seu progresso. Por essa razão, pesquisar as forças econômicas pode expressar quais são as influências nesta atividade a nível federal, estadual e local. Modificações nessas forças econômicas têm consequências diretas na competitividade das cadeias produtivas da energia eólica, em razão das variações do mercado e conseqüentemente nos preços, nos custos e nas receitas.

Neste estudo, foi levado em consideração os Fatores Determinantes e Pontos Focais associados para compreender o nível de competitividade do setor. Levou-se em consideração os pontos focais temáticos Macroeconômicos, microeconômicos, infraestrutura, questões ambientais e questões sociais, sendo retratados os principais elementos: taxa de câmbio, incentivos fiscais e Subsídios, crédito e financiamento, endividamento, inflação, exportação e importação, demanda e oferta, Produção e custos, estrutura de mercado, logística, suprimentos e armazenamento, equipamentos e condições de transmissão, impactos ambientais, condições climáticas, zoneamento ambiental e econômico, emissão de ruídos, políticas de inclusão social e geração de emprego e renda.

#### 4.1.2.1 Diagnóstico dos Fatores Determinantes e Pontos Focais associados com foco na Macroeconomia

Os resultados dos questionários aplicados aos agentes especialistas presentes na cadeia da energia eólica com relação aos elementos temáticos do Fator Determinante Estruturais e Pontos Focais associados com foco na Macroeconomia são apresentados no gráfico 8, seguida por uma discussão das percepções dos entrevistados e de uma revisão bibliográfica.

**Gráfico 8 – Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na Macroeconomia de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica.**



Fonte: Dados da Pesquisa

De acordo com os dados apurados no Fator Determinante Sistêmico e Pontos Focais associados (Competividade e Mercado) com foco na Macroeconomia foi constatado uma avaliação geral considerada mediana, categorizando com 54,3% (Favorável / Muito Favorável), com 11,4% de neutralidade e 34,3% (Desfavorável / Muito Desfavorável). Os resultados circunstanciados são abordados na sequência.

Na relação da produção e geração das energias renováveis em especial a energia eólica na Bahia, as condições macroeconômicas têm muita importância, no entanto possui impactos positivos e negativos na competitividade do setor a depender da conjuntura econômica e política do momento.

Os fatores determinantes sistêmicos e pontos focais analisados como taxa de câmbio, taxa de inflação, crédito e financiamento, são mecanismos para averiguar as

condições favoráveis ou não para aprimorar a competitividade da energia eólica na Bahia, e foram verificados resultados apontados como moderados, pois a percepção desfavorável / muito desfavorável e a neutralidade preponderou nestes indicadores, mostrando que os entrevistados possuem incertezas com relação às alterações destas variáveis no mercado interno e externo.

Para alguns dos entrevistados 11,4%, analisando de forma neutra sobre o tema em si, há a indagação a respeito que a energia não será importada ou exportada, mas consumida localmente. Se a política para o setor for bem construída ela deve induzir a realização integral das turbinas, aerogeradores, pás e outros equipamentos ligados à geração de energia eólica dentro do estado da Bahia, formando um complexo semelhante ao que acontece na indústria automobilística. Por isso considera que não são incentivos fiscais ou câmbio (que nesse caso é uma variável exógena ao negócio) que estimulam a atividade da energia eólica. Ainda outros respondentes corroboram com uma fala que a matriz industrial se torne capaz de produzir os bens e equipamentos da cadeia, ou seja, mais complexos tecnológicos.

Ainda na percepção dos respondentes, a respeito dos impactos de uma desvalorização da taxa cambial, onde são consideradas desfavoráveis para a competitividade das energias renováveis eólica no Brasil, pois a desvalorização cambial desincentiva a compra de materiais relacionados à produção de energia eólica, uma vez que, grande parte dos equipamentos são importados. Outra questão está relacionada a maior facilidade em vender insumos ao mercado externo, dado que o poder de compra da moeda brasileira diminui comparado a outras moedas, especialmente o dólar. Isso ocasiona o aumento dos valores dos projetos, dificultando a competitividade.

Assim, as análises efetivas sobre os impactos de uma desvalorização da taxa cambial para a competitividade das energias renováveis eólica no Brasil, foram consideradas bastante preocupantes na visão de mais da metade dos entrevistados com um percentual de 57,1% como (Desfavorável / Muito Desfavorável) por conta da desvalorização da moeda nacional frente ao dólar e demais moedas dos países produtores de equipamentos e insumos, visto que grande parte destes são importados. As alterações da taxa de câmbio têm influência direta na competitividade dos empreendimentos, isto significa que uma alta no câmbio significa uma desvalorização do real e tem implicação no aumento da competitividade, pois parte dos produtos que compõe a indústria eólica são importados.

Por outro lado, o encarecimento da importação, relacionada com a desvalorização, melhora a competitividade da produção interna, principalmente dos insumos que fazem parte da cadeia de valor da indústria eólica, com o aumento das instalações de empresas fabricantes de componentes no Brasil.(LIMA; SANTOS; MOIZINHO, 2018; RITA; FREITAS, 2015)

Corroborando com os relatos dos entrevistados, com a real necessidade de incentivar e promover a indústria local, e reforçando a necessidade de investimentos internos, Kupfer (2012) no artigo a política industrial do século XXI, relata que em condições ideais, o incremento do conteúdo local da produção nacional deveria ser uma consequência do sucesso da política industrial, um indicador de eficácia das ações e medidas tomadas. Mas nas condições reais do mundo industrial, ainda mais diante do quadro de acirramento competitivo e do protecionismo adotado pela maioria dos países concorrentes do Brasil, as exigências de conteúdo local tornaram-se um meio para viabilizar a própria continuidade da atividade industrial. O caminho para isso, embora trabalhoso e difícil, é conhecido: promover condições atrativas para os investimentos em capacidade produtiva e em inovação tecnológica (KUPFER, 2012).

No trabalho de Ferreira (2017), “Política de Conteúdo Local e Energia Eólica: A Experiência Brasileira”, ele aborda que cerca de 75% do custo total de um parque eólico é proveniente da aquisição do aerogerador e, portanto, este tende a ser um dos principais determinantes tanto do custo total de um parque eólico quanto do preço final da energia eólica resultante dos leilões. Portanto, quanto maior for a integração de equipamentos importados no aerogerador, maior será a exposição ao risco cambial dos empreendimentos eólicos, ou seja, maior será o impacto de uma desvalorização cambial nos custos dos empreendimentos eólicos e, por conseguinte, maior será o preço médio da energia eólica contratada via leilões de energia.

Para os entrevistados, o preço da energia eólica (KW) comercializados nos leilões é considerado positivo para a competitividade da energia eólica no Nordeste, pois mostra a evolução da indústria da energia eólica, e tende a ser decrescente na medida que também decrescem os custos marginais<sup>17</sup> de implantação. Assim, 71,4% dos entrevistados acham favorável o preço da energia eólica (KW) comercializados nos leilões, e de grande relevância para a competitividade da energia eólica. A realização de leilões de energia específicos para geração eólica é uma iniciativa

---

<sup>17</sup> custo marginal é a mudança no custo total quando se aumenta ou diminui a produção total de bens ou serviços em uma unidade

contemporânea que resultou do novo modelo adotado para o setor elétrico. A cada ano, o país necessita contratar mais fontes de energia para atender à demanda crescente de eletricidade e os leilões servem para unir geradores de energia e distribuidoras (PINTO; MARTINS; PEREIRA, 2017).

Em consonância as percepções dos entrevistados, o novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro, criado em 2004, estabeleceu a criação de instituições com diferentes responsabilidades: a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), para planejar o setor elétrico, estabelecer os critérios para cada empreendedor se cadastrar e se habilitar para participar dos leilões; a Câmara de Monitoramento do Sistema Elétrico (CMSE), para monitorar a segurança do suprimento de eletricidade; e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) para negociar a aquisição de energia elétrica no sistema interligado e realizar os leilões. Os pilares do novo modelo passaram a ser: segurança de suprimento, modicidade tarifária (contratar energia pelo menor preço possível), regulação estável e universalização da energia elétrica (NOGUEIRA, 2011). Vale destacar que o MME elabora as políticas públicas para o setor elétrico e inspeciona sua implementação, a ANEEL institui as normas para o serviço de energia, regula a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica.

Ainda baseado no novo modelo, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) compreende a contratação de energia para o atendimento aos consumidores regulados (consumo cativo dos distribuidores) por meio de contratos regulados com o objetivo de assegurar a modicidade tarifária; e o Ambiente de Contratação Livre (ACL) compreende a contratação de energia para o atendimento aos consumidores livres, por intermédio de contratos livremente negociados. Os consumidores livres elegem seus fornecedores entre os produtores independentes de energia onde suas necessidades de energia podem ser livremente negociadas por meio de contratos bilaterais. Os consumidores cativos são atendidos pelas empresas distribuidoras de energia coordenadas pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que, como novo agente do mercado de energia elétrica, necessitará gerenciar a contratação de compra e venda de energia das empresas concessionárias de distribuição além de realizar os leilões para compra de energia para os distribuidores (DUTRA; SZKLO, 2006).

No modelo ACR, o principal mecanismo de contratação de energia elétrica ocorre pelo método de leilão. Em conformidade ao exposto, são selecionados, entre

os projetos apontados, aqueles que apresentarem a menor tarifa (R\$/MWh). Foram constituídos três modelos de leilões de energia: (i) Leilões de Energia Nova (LEN); (ii) Leilões de Energia Existente (LEE); (iii) Leilões de Energia Reserva (LER). Os Leilões de Energia Nova são responsáveis por expandir o parque de geração através da concorrência entre empreendedores.

Os Leilões de Energia Nova podem ser Leilões A-5, que visa contratar energia elétrica oriunda de novos empreendimentos de geração e é efetivado com 5 anos de antecedência do início do fornecimento, ou Leilões A-3, que visa contratar energia elétrica oriunda de novos empreendimentos de geração e é efetivado com 3 anos de antecedência do início do fornecimento (NOGUEIRA, 2011). Os Leilões de Energia Existente propõem-se a contratar energia elétrica num período mais curto e, para isso, compram energia elétrica procedente de usinas que já estão em pleno funcionamento.

O prazo de entrega da energia contratada pode ser no ano seguinte (Leilões A-1), ou entrega durante alguns meses críticos (Leilões de Ajuste)<sup>18</sup>. Já os Leilões de Energia Reserva (LER) têm como objetivo aumentar a segurança do fornecimento elétrico, e assim os vencedores dos LER firmam Contratos de Energia Reserva (CER) que preveem uma remuneração fixa pela disponibilidade da energia. Esse valor pode ser modificado em função da diferença entre o volume contratado e o efetivamente produzido ou levando em conta penalidades devido à indisponibilidade da energia (NOGUEIRA, 2011).

Corroborando com as informações a respeito da importância dos leilões, a EPE em 2021, divulgou informações sobre a habilitação técnica e sobre os projetos vencedores do Leilão de Energia Nova A-5 de 2021, com as diretrizes do leilão estabelecidas pela Portaria MME nº 10/2021<sup>19</sup>, onde os produtos contratados no certame são segmentados por fonte, conforme suas características, dentre eles a energia eólica, que teve como tempo de suprimento 15 anos e o seu contrato foi da quantidade.

Assim, o que chamou a atenção foi a análise entre o cadastramento e a habilitação técnica dos projetos. Os principais motivos de inabilitação dos projetos

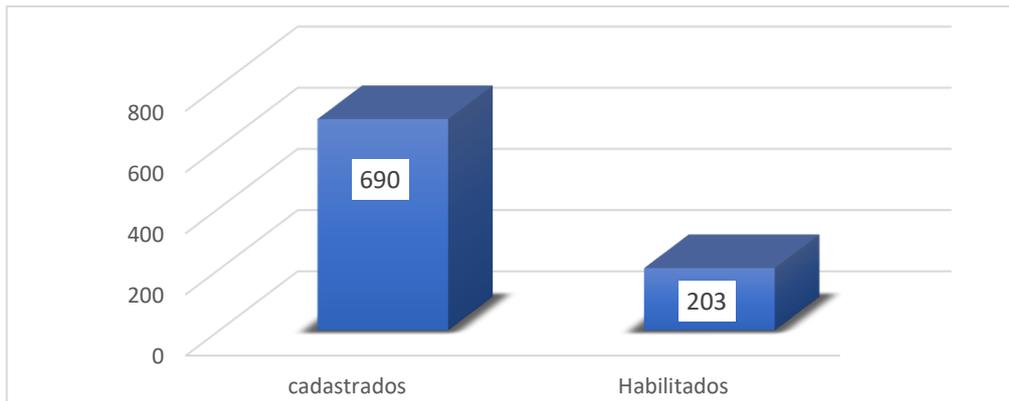
---

<sup>18</sup> Leilões de ajuste também podem ser promovidos, se necessários forem, para complementar a quantidade de energia contratada para os consumidores finais em até 1% do total contratado (Lei nº 10.848/2004).

<sup>19</sup> Leilões de Energia Nova A-5/2021: <https://cutt.ly/KEPdoFy>  
Leilões de Energia: <https://cutt.ly/0mq1HSy>

foram por falta de margem de escoamento com 55%, inabilitações por falta de licença ambiental com 15% e a falta de comprovação de terreno ficou em torno de 13%. Portanto, neste leilão foram cadastrados 690 projetos no Brasil e somente 203 foram habilitados, mostrado no gráfico 9 a seguir.

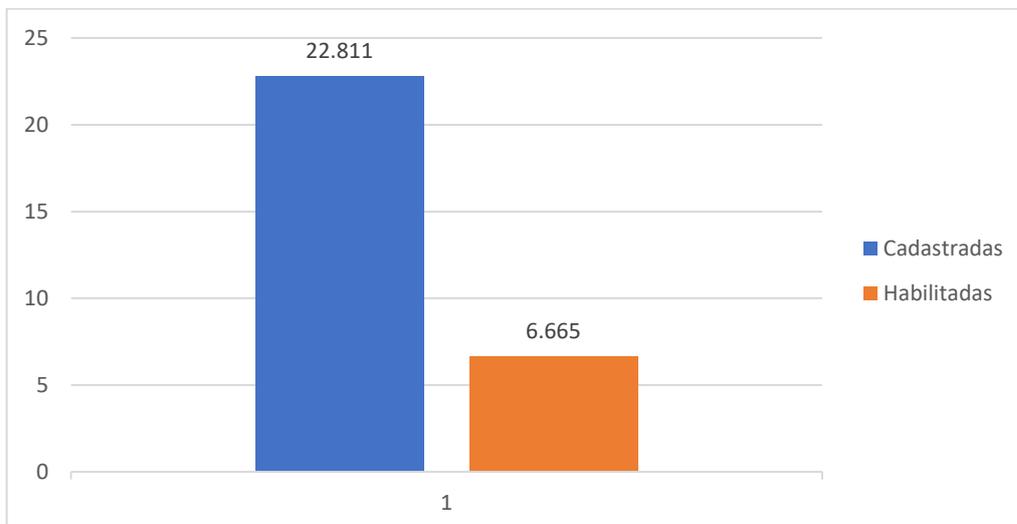
**Gráfico 9:** Projetos eólicos cadastrados e habilitados Portaria MME 10/2021.



Fonte: adaptado EPE, 2022

A partir dos projetos eólicos habilitados, foram verificados a potência total (MW) cadastrada e conseqüentemente habilitada para o Leilão de energia Nova A-5 de 2021, com uma quantidade de 22.811 MW cadastradas e 6.665 MW habilitadas conforme o gráfico 10.

**Gráfico 10:** Potência Total (MW) dos projetos eólicos cadastrados e habilitados.



Fonte: Adaptado EPE, 2022

Os resultados apresentados no Leilão de Energia Nova A-5 de 2021, demonstraram a competitividade da energia eólica frente as outras fontes de energia no quesito de preços disponibilizados no leilão, conforme tabela 9 abaixo.

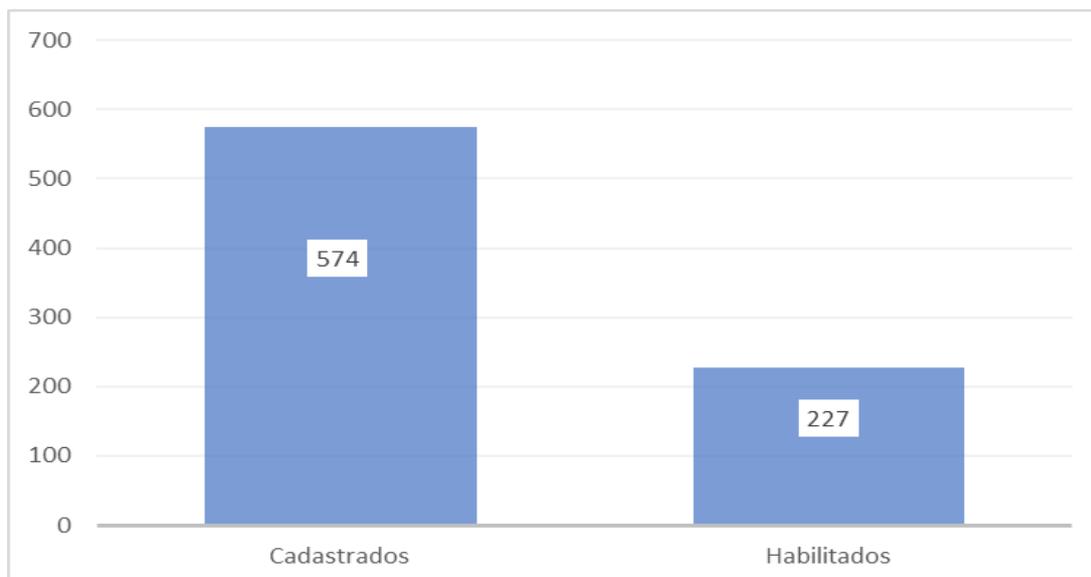
**Tabela 9:** Resumo dos vencedores do Leilão A-5 Portaria MME 10/2021.

Fonte	Qtd de Projetos	Potência (MW)	GF Vendida (MW med)	Preço Médio (R\$/MWh)	Deságio (%)
EOL	11	161,3	27,8	160,4	16,0
UFV	20	236,4	30,3	166,9	12,6
HIDRO	1	141,9	27,8	174,3	0,0
UTE	7	301,2	53,1	271,3	25,7
RSU	1	20,0	16,0	549,4	14,0
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>860,8</b>	<b>151,0</b>	<b>238,4</b>	<b>17,5</b>

Fonte: adaptado EPE 2022.

Como a dinâmica da evolução do setor é muito evidente, a EPE em setembro 2022, divulgou informações sobre a habilitação técnica e sobre os projetos vencedores do Leilão de Energia Nova A-5 de 2022, com as diretrizes do leilão estabelecidas pela Portaria MME nº 41/2022<sup>20</sup>, onde os produtos contratados no certame são segmentados por fonte, conforme suas características, dentre eles a energia eólica, que teve como tempo de suprimento 15 anos e o seu contrato foi da quantidade. Assim, o que chamou a atenção foi a análise entre o cadastramento e a habilitação técnica dos projetos. Os principais motivos de inabilitação dos projetos foram por falta de margem de escoamento com 89%, inabilitações por falta de licença ambiental com 10% e a falta de comprovação de terreno ficou em torno de 24%. Portanto, neste leilão foram cadastrados 574 projetos no Brasil e somente 227 foram habilitados, mostrado no gráfico 11 a seguir.

<sup>20</sup> Leilão de Energia Nova A-5/2022: <https://cutt.ly/iHNYB31>  
 Informações sobre os Leilões de Energia: <https://cutt.ly/0mq1HSy>

**Gráfico 11:** Projetos eólicos cadastrados e habilitados Portaria MME 41/2022

Fonte: adaptado EPE 2023.

A partir dos projetos eólicos habilitados, foram verificadas a potência total (MW) cadastrada e conseqüentemente habilitada para o Leilão de energia Nova A-5 de 2022, com uma quantidade de 23.156 MW cadastradas e 9.070 MW habilitadas.

Neste leilão ficou determinado que as fontes eólicas e solar fotovoltaica foram contratadas para o suprimento de 15 anos, enquanto as demais fontes energéticas deste leilão foram contratadas para o suprimento de 20 anos.

Com isso, os resultados apresentados no Leilão de Energia Nova A-5 de 2022, demonstraram a competitividade da energia eólica, assim como a energia solar fotovoltaica frente as outras fontes de energia no quesito de preços disponibilizados no leilão, conforme tabela 10 abaixo.

**Tabela 10:** Resumo dos vencedores do Leilão A-5 Portaria MME 41/2022

Fonte	Qtd de Projetos	Potência (MW)	GF Vendida (MW med)	Preço Médio (R\$/MWh)	Deságio (%)
EOL	3	115,29	23,5	176,00	26,90
UFV	4	200,00	51,8	171,51	38,78
HIDRO	12	175,46	87,3	277,99	20,46
Biomassa	2	46,70	13,0	211,65	40,06
RSU	1	20,0	1,2	603,56	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>557,45</b>	<b>176,8</b>	<b>237,48</b>	<b>26,38</b>

Fonte: adaptado EPE 2023.

Ainda neste leilão destaca-se que não houve comercialização de energia no produto UTE Carvão Nacional e Biogás. Outro ponto de inferência foi conforme estabelecido na Lei 14.182/2021, que 50% da demanda do Leilão foi destinada às hidrelétricas.

Isso mostra o avanço e importância da energia eólica, determinando a competitividade no que tange a oferta de modo contínuo e no quesito dos preços de aquisição da energia através dos leilões. Com isso, mecanismos que contribuem para as reduções dos preços da energia eólica, podem ser evidenciados como políticas públicas pertinentes que buscam incentivar a implantação de indústrias de tecnologias no país, para baratear o custo dos equipamentos, trazendo maior competitividade ao setor que tem seu reflexo nos preços finais.

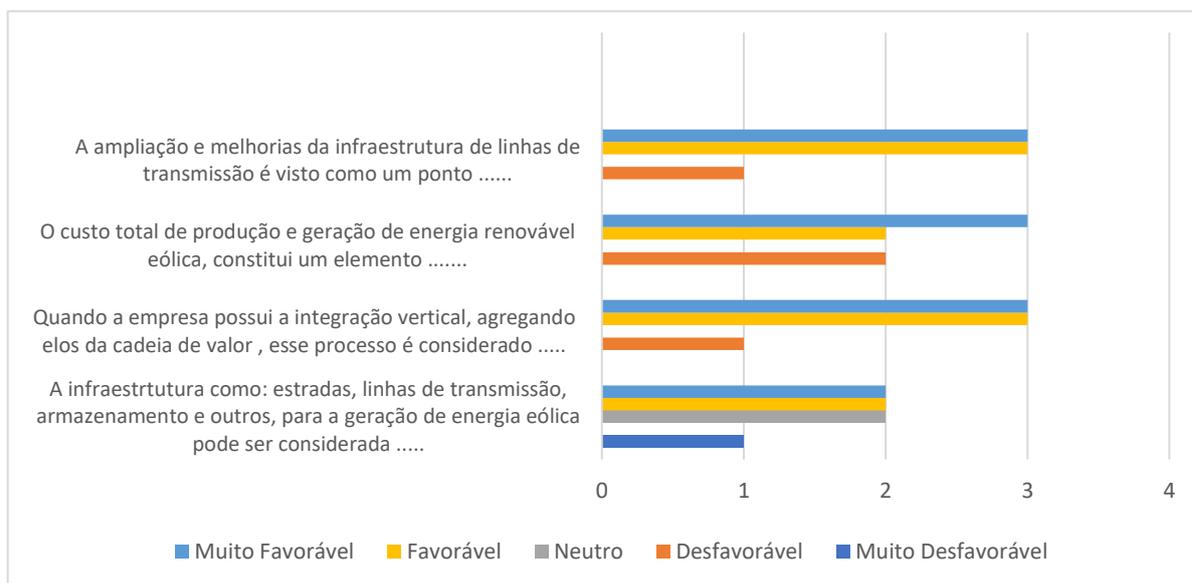
No trabalho de Elia et al. (2020), ressalta a importância da interação entre a indústria e as políticas, e como as medidas baseadas no mercado e a intervenção política direta por meio de investimentos em P&D contribuíram para o declínio nos custos das turbinas eólicas. A eficácia das diferentes políticas de inovação tecnológica varia em diferentes estágios de desenvolvimento, e a contribuição das políticas de estimulação do mercado, dentro de uma estrutura de políticas claras de mitigação de longo prazo em apoio ao desenvolvimento de tecnologias renováveis, e complementadas por políticas de curto prazo para estimular o investimento da indústria no mercado, desempenha um papel dominante na redução dos custos das turbinas eólicas, que conseqüentemente reduz os preços da energia nos leilões.

#### *4.1.2.2 Diagnóstico dos Fatores Determinantes e Pontos Focais associados com foco na Microeconomia*

Os resultados dos questionários aplicados aos agentes especialistas presentes na cadeia da energia eólica com relação aos elementos temáticos do Fator Determinante Sistêmicos e Pontos Focais associados (Mercado) com foco na Microeconomia são apresentados no gráfico 12, seguida por uma discussão das percepções dos entrevistados e de uma revisão bibliográfica.

Os resultados da seleção dos dados investigados com relação os pontos relacionados à questão microeconômica para o incremento da energia eólica no Brasil e na Bahia foi considerado de forma satisfatória representando uma avaliação geral de quase 75% como favorável/muito favorável.

**Gráfico 12 – Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na Microeconomia de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica**



Fonte: Dados da pesquisa

No que diz respeito aos pontos ligados a necessidade de ampliação e melhoramento da infraestrutura de linhas de transmissão das energias elétricas geradas para os grandes centros consumidores, são vistos como pontos bastante favoráveis para a competitividade da energia eólica, representando um índice geral (Favorável/Muito Favorável) de 85,6%.

Em suma, a EPE desenvolve estudos sobre a necessidade de expansão da rede de transmissão e o nos viabiliza propostas adicionais sobre extensão e melhoria da rede de transmissão. Esses mecanismos são fortificados pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e repassados à ANEEL, que prepara o leilão para os projetos especificados da rede de transmissão. Para tal, a extensão do processo de transmissão é de muita importância, visto que as melhores regiões de energia eólicas estão localizadas distantes dos centros de consumo (BAYER et al., 2018).

Conforme os entrevistados, essa questão da transmissão da energia produzida é um ponto em que ainda demanda grandes investimentos para o escoamento da produção elétrica por todos os potenciais sítios produtores pela fonte eólica, na qual alguns potenciais complexos eólicos ainda dependem da aproximação de linhas de transmissão para serem concebidas. Corroborando com a temática, no que tange os atrasos na ampliação das redes de transmissão, não eram de responsabilidade das

empresas desenvolvedoras dos projetos até 2013. Além disto, os contratos de compra de energia englobavam uma cláusula que não só desobrigava as empresas desenvolvedoras dos projetos de suas responsabilidades contratuais, assim como garantia a remuneração se o desenvolvedor do projeto conseguisse provar que sua planta estava preparada para operar, sem as adequadas linhas de transmissão disponíveis.

Com isso, a partir do leilão LEN 11/2013, o risco de atrasos na extensão da rede de transmissão foi transferido para as empresas desenvolvedoras do projeto. Portanto, mesmo que a extensão da rede de transmissão seja adiada, a empresa desenvolvedora do projeto é obrigada a honrar sua obrigação contratual de fornecer energia.

Com isso, para Bayer et al, (2018), os custos mais elevados de projetos eólicos devido a mudanças legislativas transferiram o risco financeiro de atrasos na transmissão para os desenvolvedores de projetos eólicos.

Ainda assim, o Brasil tem experimentado avanços significativos na política energética, que promovem a expansão da capacidade eólica. Isso vem sendo conseguido por meio de um mecanismo baseado em leilão que também vem aumentando o número de investidores (HERRERA; DYNER; COSENZ, 2019).

Nessa conjuntura, apesar do significativo progresso em parques eólicos, a infraestrutura de transmissão brasileira não estão suportando as transações necessárias, principalmente na região Nordeste do Brasil (DE JONG et al., 2017; HUNT.; STILPEN; DE FREITAS, 2018). Assim, conforme os autores De Jong et al (2017), os leilões de linhas de transmissão têm enfrentado atrasos, comprometendo a operação eólica e a segurança do abastecimento da região.

No que tange ao custo total de produção e geração das energias renováveis eólica, para os entrevistados isso constitui um elemento importante para a competitividade da energia eólica com índice geral (Favorável/Muito Favorável) de 71,4%.

A avaliação feita pelos entrevistados, no que diz respeito a microeconomia, no trato para distribuição, ainda não considera viável economicamente. Entretanto, pensando-se em usinas eólicas para geração comercial, o custo vem sendo reduzido na medida em que o setor cresce e com isso, aumentando a competitividade de modo que não pode ser considerado favorável, atingindo um percentual de 28,6% que analisa a questão de forma desfavorável no que diz respeito o custo da produção e

geração constituir elemento que demonstre a competitividade. Refletindo a questão, os entrevistados justificam suas percepções quando a produção em alta escala encontrar canais de escoamento e integração da indústria local e serviços especializados realizados também internamente, uma nova estimativa de custos precisará ser feita, para efetivamente analisar com maior eficiência os custos da produção e distribuição.

Compreendendo o Complexo Eólico do Alto Sertão I, que teve toda sua energia contratada no leilão de energia de reserva (LER)<sup>21</sup> de 2009, porém o complexo, só começou a operar no ano de 2014, devido ao atraso da construção das linhas de transmissão de responsabilidade da Chesf, certificando o que estava previsto em contrato.

Com capacidade instalada de 294 MW, o Complexo foi implantado nos municípios de Caetité, Guanambi e Igaporã, na região do semiárido baiano. Foram implantados 184 aerogeradores, montados em torres de 80 metros de altura – com pás de 42 metros de comprimento. A energia produzida é capaz de atender a cerca de 650 mil residências, número significativamente superior à quantidade de residências da região, cuja população é da ordem de 400 mil pessoas (RENOVA, 2011).

Já o Complexo Eólico do Alto Sertão II teve sua energia contratada no LER de 2010 para 6 parques e no Leilão de Energia Nova (LEN)<sup>22</sup> de 2010 para 9 parques. O Complexo inclui 15 parques eólicos, com a construção iniciada no ano de 2012, com a entrega de 6 parques em 2013 e o restante em 2014, com o início operação no ano seguinte da entrega. O Complexo alcançou 386,1 MW de capacidade instalada, utilizando 230 aerogeradores. Os municípios envolvidos no Complexo são: Caetité, Guanambi, Igaporã e Pindaí, todos do sudoeste baiano.

A experiência com a execução do Alto Sertão I levou a Renova Energia a assumir o gerenciamento de projeto civil e gestão própria da logística e montagem de aerogeradores, o que resultou em uma série de benefícios na execução do Alto Sertão II (RENOVA, 2012).

---

<sup>21</sup> Promovido pelo Governo Federal. A contratação da energia de reserva foi criada para elevar a segurança no fornecimento de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN).

<sup>22</sup> O leilão de energia nova tem como finalidade atender ao aumento de carga das distribuidoras. Neste caso são vendidas e contratadas energia de usinas que ainda serão construídas.

Ainda falando sobre o complexo eólico Alto Sertão, a escolha da região deve-se, principalmente, à qualidade dos ventos, à altitude e ao relativo “vazio demográfico”, aspectos que ajudam a reduzir o impacto socioambiental junto às comunidades (RENOVA, 2011). E as obras relativas aos parques eólicos, segundo, incluíram a construção de estradas ou expansão de estradas existentes; dos pátios para construção; acomodação das peças do aerogerador para montagem; construção das linhas de transmissão e das subestações e a montagem dos aerogeradores. Os quatro municípios, da região sudoeste, em que todos os parques foram implantados possui a vantagem climática do Nordeste, com intensos ventos e importante altitude, demonstrando assim a competitividade positiva da energia eólica na região.

Ainda no quesito infraestrutura como estradas, linhas de transmissão, armazenamento e outros, para a produção e geração das energias renováveis eólica, os entrevistados consideraram de forma mediana para a competitividade no mercado global, com índices de 57,2% como (favorável e muito favorável). A percepção dos entrevistados diz que no caso brasileiro e em especial na região Nordeste ainda há muitos problemas em relação às linhas de transmissão. Isso afeta diretamente a competitividade do setor, demonstrando o que diz 14,3% como muito desfavorável.

Como ponto de destaque na visão dos entrevistados, citam que estratégias vêm sendo criadas para a minimização dos impactos negativos da falta de uma infraestrutura adequada para a produção eólica no país, como pode ser observado no PNE 2050. Ainda corroborando com o ponto de infraestrutura como estradas, linhas de transmissão, produção e geração das energias renováveis eólica, alguns entrevistados consideraram que 28,6% apontaram como neutra a questão, abordando uma percepção onde será favorável no médio prazo, depois de amortizado o valor pago para a criação dessa infraestrutura.

Além disso, existem investimentos em malha rodoviária que não são feitos pelos governos estaduais e municipais, de modo que impedem uma afirmação de que isso aumenta a nossa competitividade. Em todas essas questões é importante lembrar do custo Brasil de produção, que envolve atrasos em cronogramas de obras, carga tributária, falta de integração de modais de transportes, entre outros.

Pensando no plano de expansões, é importante considerar que o setor deverá ser alvo de mudanças na regulamentação, de modo que pode não ter nem preços competitivos e nem custos, a depender de desdobramentos que ainda não podem ser analisados em 2021 e 2022. Uma parte significativa dos projetos eólicos com prazos

de implementação expirados ainda não têm conexão à rede e apenas 14% das primeiras oito rodadas de leilão foram concluídas dentro do cronograma (BAYER, 2017). A Figura 15 apresenta um diagrama das linhas de transmissão em atraso (linhas amarelas), destacando que os prazos de conclusão já expiraram e, até o ano de 2019, o Brasil esperava ter 7.800 km de linhas de transmissão instaladas, mas apenas 2.000 km foram construídos, refletindo um atraso de até três anos.

Este problema não só reduz a capacidade de fornecimento de eletricidade e aumenta os preços da eletricidade, mas também ameaça o plano de expansão da energia eólica, abordando questões sobre como os atrasos na infraestrutura de transmissão que podem afetar o desenvolvimento da indústria de energia eólica em médio e longo prazos (HERRERA; DYNER; COSENZ, 2019). Assim, pesquisas chamam a atenção para a necessidade de aumentos significativos em longas linhas de transmissão para melhor integrar a energia eólica ao sistema elétrico brasileiro (DE JONG et al., 2016).

**Figura 15** - Linhas de transmissão com atraso em relação à data contratual de entrega



Fonte: Elaboração própria com base no (Operador Nacional Do Sistema Elétrico - ONS, 2017).

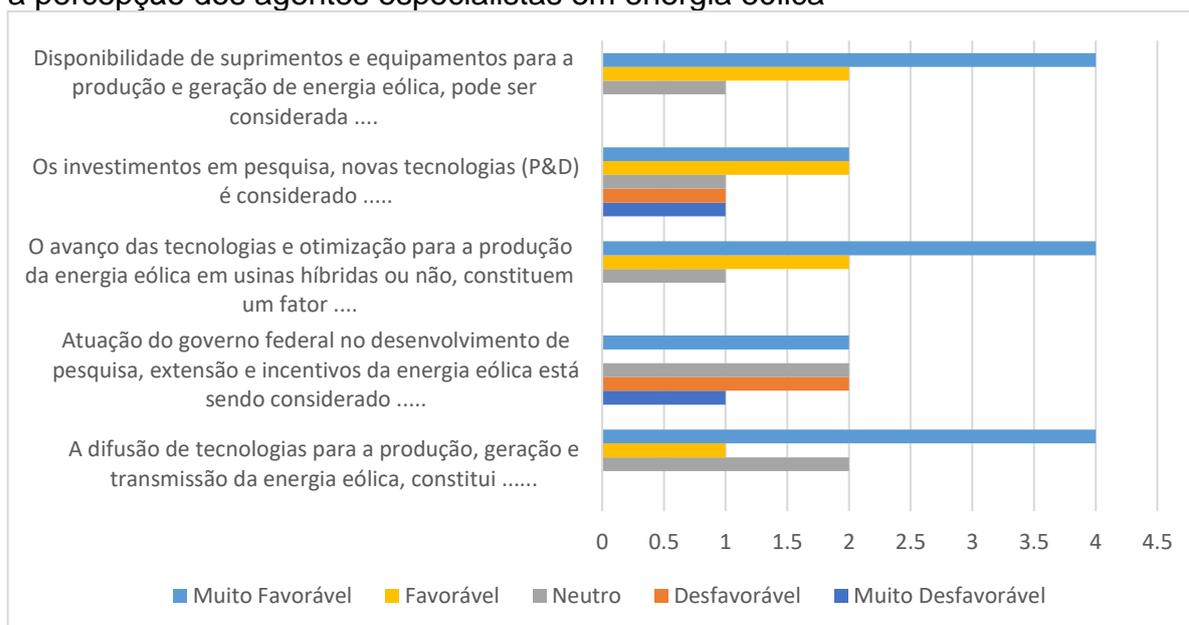
#### 4.1.2.3 Diagnóstico dos Fatores Determinantes e Pontos Focais associados com foco na Infraestrutura.

Os resultados dos questionários aplicados aos agentes especialistas presentes na cadeia da energia eólica com relação aos elementos temáticos do Fator

Determinante Estruturais e Pontos Focais associados com foco na Infraestrutura são apresentados no gráfico 13, seguida por uma discussão das percepções dos entrevistados e de uma revisão bibliográfica.

Os resultados da seleção dos dados investigados com relação os pontos relacionados à questão infraestrutura no que tange disponibilidade de suprimentos e equipamentos para a produção e geração das energias renováveis eólica, de forma imediata para ter competitividade no setor pode ser considerado de forma bastante satisfatória, representando uma avaliação geral de 85,7% como (favorável/muito favorável), ainda assim demonstra um sinal de alerta ao ter um índice de 14,3% dos entrevistados classificam como neutra ou sem atitudes proativas para o quesito infraestrutura.

**Gráfico 13 – Avaliação de Competitividade com foco na Infraestrutura de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica**



Fonte: Dados da pesquisa

Para os entrevistados, existe a percepção dado que o mercado está em expansão e, seria muito importante possuir suprimentos e insumos em larga escala para suprir o setor e, ainda há uma disponibilidade compatível com as previsões de projetos a serem instalados. Isso pode ser atribuído aos leilões de energia eólica que mantem uma previsibilidade neste quesito.

A pesquisa científica voltada para a energia eólica vem crescendo significativamente, e com grande qualidade e profundidade na especificidade do

assunto, trazendo a necessidade de apoio e investimentos (HERMUNDSDOTTIR; ASPELUND, 2021a). Dentre as várias discussões, nota-se que existe muito consenso sobre a importância dessa fonte de energia renovável para o país. No entanto, algumas barreiras se apresentam para a expansão contínua da geração eólica na matriz elétrica nacional. Um dos argumentos básicos contrários está relacionado com a inconstância temporal não controlável e com previsibilidade limitada do recurso eólico e que pode afetar a qualidade da energia distribuída no sistema elétrico (PINTO; MARTINS; PEREIRA, 2017).

Foi observado pelos entrevistados que os investimentos em Pesquisas, novas tecnologias (P&D) é considerado para a competitividade das energias renováveis eólica no Nordeste e Brasil um fator importante, mas a percepção deles é demonstrada conforme os índices de 57,2 % como (favorável /muito favorável), tratando como muito baixa ou quase nulo o investimento em P&D no Nordeste.

Corroborando com a fala dos entrevistados, o artigo, Evolução e perspectivas do setor de energia eólica no Brasil: Análise dos principais estados produtivos, relata a evolução do setor de energia eólica no Brasil na qual é analisada juntamente com uma investigação de políticas públicas e tendências futuras, com especial referência aos estados brasileiros na produção e comercialização de energia eólica. São discutidas regiões com grande produção e abordagem qualitativa, prevendo tendências para o setor. Devido aos programas governamentais para o avanço da energia eólica e dos mecanismos de compra de energia, observou-se que a região nordeste do Brasil, especificamente os estados do Rio Grande do Norte e Bahia, concentra a maior parte dos parques eólicos do país (AGRA NETO et al., 2020).

Ainda na percepção dos entrevistados, os índices de 14,3% consideram como nulos ou indiferentes os investimentos em pesquisas e um percentual de 28,6% dos entrevistados consideram (desfavorável/muito desfavorável) em termos de investimentos, segundo relatam alguns dos entrevistados que por ser considerado um fator estratégico nas empresas, a maior parte das pesquisas sobre novas tecnologias para a produção eólica ainda estão restritas. Isso faz com que não possa haver uma conectividade entre problemas e necessidades que poderiam estar sendo resolvidos com a expertise de cada uma das partes envolvidas. Também faz com que, a academia venha desenvolvendo pesquisas sobre o tema sem uma proximidade muito grande com o setor. Essa troca de conhecimento poderia beneficiar ambas as partes.

Assim fica evidenciado que com os diversos desafios e com os altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento é aceitável anunciar que a utilização da energia eólica para geração de eletricidade ainda possui um enorme percurso a seguir, especialmente em países como o Brasil em que os impactos ambientais, econômicos e sociais até então não são apontados com nitidez para cada localidade com potencial propício de geração energética.

Os entrevistados também concordam que o avanço das tecnologias e otimização para a produção das energias renováveis eólica em usinas hibridizadas ou não, constituem um fator importante de competitividade, percebido com índices de 85,7% como (favorável/muito favorável), com a percepção de que vários estudos, tais como vêm indicando a compatibilidade entre a produção solar e eólica e outras fontes de energia com eólica, como no artigo Complementaridade hidro eólica: desafios e perspectivas para o planejamento energético nacional (SILVA et al., 2015), que podem otimizar a produção de energia elétrica. Isso pode exercer um papel fundamental em como utilizar todo o potencial de uma determinada região produtora.

Corroborando com a temática, no estudo de Alexandre et al.(2020), relata que as energias eólica e solar têm se destacado nos últimos anos pelo crescimento da capacidade instalada global. E o trabalho teve como objetivo apresentar o desenvolvimento da energia eólica e solar fotovoltaica e seu arcabouço regulatório no Brasil, e demonstrar o potencial da geração híbrida centralizada. Estudos oficiais, relatórios de pesquisa e mapas temáticos foram consultados e duas plantas híbridas piloto foram estudadas. Os resultados indicam que existe um grande potencial para geração híbrida centralizada na região Nordeste do Brasil. Este estudo demonstra que a região Nordeste é propícia para projetos desta natureza híbridas de energia eólica e solar fotovoltaica e que podem ser uma excelente opção inovadora para a segurança energética nacional.

Ainda um percentual pequeno de 14,3% dos entrevistados opinou com neutralidade a respeito da temática, por não sentir a credibilidade dos marcos regulatórios a ponto de exercer toda expectativa de concretização.

Para os entrevistados a atuação do governo federal no desenvolvimento de pesquisa, extensão e incentivos visando à melhoria e expansão da produção das energias renováveis eólica está sendo considerado para a competitividade no setor, de forma negativa onde a neutralidade ou apatia nas ações do governo com um percentual de 28,6% na qual o incentivo a este tipo de pesquisa pelo Governo Federal

ainda é incipiente, deixando à cargo dos interessados desenvolver ou não. Ainda no que tange a descrença na atuação do governo federal, os entrevistados sinalizaram que 42,9 % classificam como (desfavorável/ muito desfavorável), com a justificativa que não há política efetiva de P&D no Brasil, e os fundos de investimentos são insuficientes e invariavelmente passíveis de contingenciamento e necessitaria ainda um investimento maior em infraestrutura. Ainda assim, uma parcela dos entrevistados considerou como muito favorável a atuação do governo federal com um percentual de 28,6%, acreditando e apontando que seria recomendável um programa mais ousado de desoneração do setor, incluindo o setor de energia solar, para deslanchar de vez e com toda segurança aos investidores.

Foi observado pelos entrevistados que a difusão de tecnologias para a produção, geração e transmissão das energias renováveis eólica, constitui um grande fator para competitividade do setor no Nordeste, com um índice de 71,4% (Favorável/muito favorável), demonstrando assim a preocupação e a percepção do crescimento e dos incentivos a geração de energia por meio das novas fontes de energia. Nesse contexto, o governo tem adotado políticas públicas para o setor energético com o propósito de incentivar os investimentos em energia eólica e outras energias renováveis. Para alguns entrevistados, a neutralidade foi percebida em um percentual de 28,6% por questões ainda de entraves e de barreiras para o processo de ampliação e de manutenção das energias renováveis eólica.

No que tange as dificuldades, entraves ou barreiras para a evolução da energia eólica, algumas das experiências vivenciadas são demonstradas no artigo: O desenvolvimento da energia eólica brasileira é sustentável? Insights de uma revisão dos conflitos no estado do Ceará, no qual os impactos ambientais causados por parques eólicos, localizados em campos de dunas e outros sistemas costeiros, criam conflitos ao negar às comunidades tradicionais o acesso a recursos que sustentam meios de subsistência e identidades culturais. Conflitos de acesso a recursos produzem respostas políticas que buscam medidas de mitigação, mas pode se transformar em um desafio político mais amplo ao desenvolvimento contínuo da energia eólica (BRANNSTROM et al., 2017).

#### **4.1.3 Competitividade da Energia Eólica: Avaliação dos Fatores Empresariais e Pontos Focais associados**

Dentre os fatores que definem o nível de competitividade da firma estão os fatores empresariais, que são aqueles que estão sob a esfera de decisão da firma e são relacionados com a capacidade de gestão, de inovação, de produção e dos recursos humanos da firma. Os fatores empresariais, também conhecidos como fatores internos as empresas, esses fatores sobre os quais as organizações possuem os mecanismos de decidir e que podem ser monitorados ou transformados por meios de mecanismos ou atitudes imputadas pela própria administração da empresa. Esses fatores referem-se aos estoques de recursos, as estratégias para ampliar esses recursos, refere-se também a eficácia da administração e da estratégia competitiva. A investigação e análise dos fatores auxilia para mensurar:

- capacitação tecnológica
- capacitação produtiva
- analisar a qualificação e a produtividade dos recursos humanos
- analisar as metodologias de gerenciamento
- analisar a modernização ou renovação de máquinas e equipamentos
- compreensão mercadológica
- conceitos de produção, gestão, inovação e vendas

A capacidade de gestão diz respeito à capacidade da firma adotar estratégias competitivas que sejam aderentes ao padrão de concorrência relevante do mercado. Ou seja, a firma com uma boa gestão deve investir nas capacitações chaves do mercado e certificar que o desempenho seja coerente com os fatores cruciais de sucesso. Sendo assim, a firma deve ter a capacidade de integrar estratégia, capacitação e desempenho. Atualmente, são claras algumas modificações na gestão das empresas em busca de maior competitividade, como a tendência à diminuição dos níveis hierárquicos envolvidos no processo de decisão, a maior delegação de poderes no interior das cadeias de comando e o aumento da interação da empresa com seus fornecedores e clientes na busca pelo desenvolvimento de produtos, pela troca de informações tecnológicas e de conhecimentos e como forma de garantir de

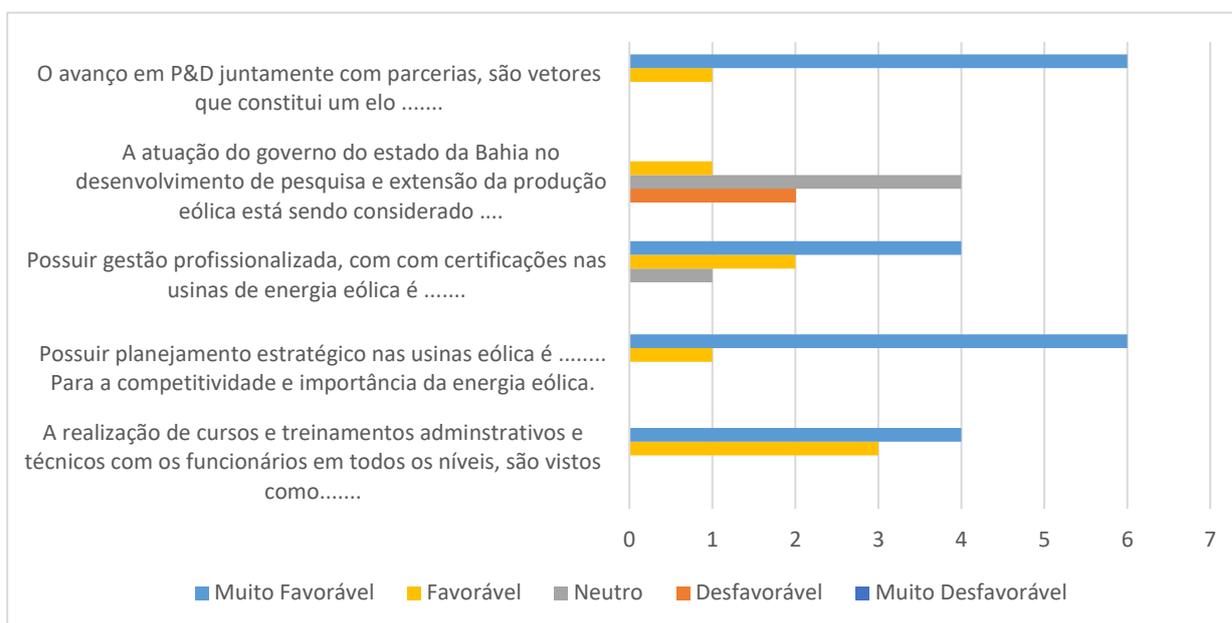
qualidade e estabilidade nos contratos (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1995).

Assim na obra da autora Lia Haguenauer (2012), “Competitividade: Conceitos e Medidas”, faz uma abordagem sobre política industrial, análise do desempenho e perspectivas da indústria nas próximas décadas, tanto no Brasil como no exterior, a noção de competitividade não é apreendida da mesma forma pelos vários autores. As diferenças resultam de bases teóricas, percepções da dinâmica industrial e mesmo ideologias diversas, e têm implicações sobre a avaliação da indústria e sobre as propostas de política formuladas. Percepções essas que são demonstradas no conceito de desempenho, onde trata-se de um conceito ex-post, que avalia a competitividade através de seus efeitos sobre o comércio externo e, ainda o conceito mais amplo de competitividade, abrangendo não só as condições de produção como todos os fatores que inibem ou ampliam as exportações de produtos e/ou países específicos (HAGUENAUER, 2012b).

#### *4.1.3.1 Diagnóstico dos Fatores Determinantes e Pontos Focais associados com foco na Gestão*

Os resultados dos questionários aplicados aos agentes especialistas presentes na cadeia da energia eólica com relação aos elementos temáticos do Fator Determinante Empresariais e Pontos Focais associados (Análise econômica; Concorrência e Custos Operacionais) com foco na gestão são apresentados no gráfico 14, seguida por uma discussão das percepções dos entrevistados e de uma revisão bibliográfica.

**Gráfico 14 – Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na gestão de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica**



Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com os dados apurados no Fator Determinante Empresarial e Pontos Focais associados (Análise econômica; Concorrência; Custos Operacionais; Tecnologia e Geração Híbrida) com foco na gestão, com a abordagem no avanço em P&D juntamente com parcerias com instituições de pesquisas, são vetores que constitui um elo importante para a competitividade de toda a cadeia produtiva e, foi constatado uma avaliação geral considerada muito satisfatória com índice geral de 14,3% como favorável e 85,7% como muito favorável, demonstrando os avanços nas pesquisas e na necessidade de aprimoramento e qualificação. Nos últimos anos, a competitividade da manufatura se tornou um ponto importante de pesquisa, e a globalização e o ambiente altamente competitivo levaram a uma necessidade urgente de criar estratégias competitivas eficazes para sobreviver. Portanto, as empresas necessitam de um melhor entendimento sobre as inter-relações entre os fatores que determinam a competitividade e índices para medi-la (OROZCO et al., 2014). A análise da competitividade da manufatura e seus fatores impulsionadores podem não apenas identificar efetivamente novos problemas e fenômenos no desenvolvimento da manufatura, mas também promover a participação das principais economias mundiais no desenvolvimento sustentável da manufatura (DOU et al., 2021).

No estudo de Irfan et al (2020) “avaliação competitiva da indústria de energia eólica do sul da Ásia: análise SWOT e modelo combinado da cadeia de valor”, teve como objetivo neste estudo desenvolver um modelo de cadeia de valor para a indústria de energia eólica do Sul da Ásia, examinar os fatores internos e externos para analisar a viabilidade da condição atual e futuro roteiro para fomentar o setor de energia eólica, adotando Pontos Fortes, Fraqueza, Oportunidades, e modelo de ameaças (SWOT), mostrando como as pesquisas podem influenciar de forma positiva a competitividade da energia eólica (IRFAN et al., 2020b).

Foi observado pelos entrevistados no que diz respeito a atuação do governo do estado da Bahia no desenvolvimento de pesquisa e extensão visando à minimização dos gargalos da produção da energia eólica para o aumento da competitividade do setor, considerado insipiente, com neutralidade ou desfavorável com percentuais de 57,1% como neutro e 14,3% desfavorável para o setor.

Segundo os entrevistados em suas percepções, não há uma política concreta de incentivo ao desenvolvimento de pesquisa para o setor. Apesar de haver financiamento de pesquisas por parte da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB, esses projetos financiados são contemplados em regimento geral e não por haver um mecanismo de incentivo ou edital próprio para o tema. Ainda os entrevistados reforçam a retórica que o incentivo do governo estadual ainda é tímido. No entanto somados aos incentivos do Governo Federal e investimentos do setor privado, tem tornado a Bahia um grande Estado na geração eólica, referendando o percentual de 14,3% como favorável a atuação do governo no desenvolvimento de pesquisa voltado ao setor de energias renováveis eólica.

Para alguns entrevistados, estudos existem muitos, inclusive feitos pela Secretaria de Infraestrutura - SEINFRA. Mas, também no âmbito estadual a política de desenvolvimento do setor eólico ainda é tímida. E mesmo no Plano Plurianual - PPA 2021-2024, não há um destacamento pormenorizado das intenções de política de desenvolvimento tecnológico do governo do estado na direção das energias renováveis.

No estudo intitulado, “mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais”, os autores Pinto; Martins e Pereira (2017) mostram que a partir da experiência adquirida pelo PROEÓLICA serviu como base para os programas governamentais de incentivo às fontes renováveis em nível nacional e estadual que

foram implantados na sequência com o intuito de promover a diversificação da matriz energética brasileira.

O PROINFA foi um programa governamental elaborado no âmbito do MME, e foi a partir de decisões políticas que foram fundamentais para viabilizar o mercado de energia eólica no Brasil e, por meio desses incentivos e de uma série de ações institucionais adotadas para facilitar a implementação de novos projetos, a participação da energia eólica cresceu rapidamente na matriz elétrica do Brasil (PINTO; MARTINS; PEREIRA, 2017).

Na visão dos entrevistados, possuir gestão profissionalizada, com certificações nas usinas de energias renováveis eólica, para a melhor competitividade da energia eólica é considerada pelos entrevistados que 85,7% como (favorável/muito favorável) e ainda um percentual de 14,3% ver com neutralidade ou apatia a questão da gestão profissionalizada, demonstrando assim a importância da gestão eficiente. Ainda para os entrevistados, a questão de possuir planejamento estratégico nas usinas eólicas, é de grande importância para a competitividade da energia eólica, com o objetivo de buscar alcançar metas ousadas e cada vez mais desafiantes no sentido de evoluir com a geração e produção da energia renovável eólica. Isso na visão dos entrevistados representou um índice de 14,3% como favorável e 85,7% como muito favorável, demonstrando o grau de comprometimento do setor em crescer e ter cada vez mais participação na matriz energética brasileira.

Diante das inúmeras mudanças pelas quais passa a sociedade, as organizações também estão buscando modificar-se. O mundo empresarial, procura definir uma nova postura organizacional em consequência dos problemas causados pela rápida modernização e globalização das empresas. Assim, as organizações deparam-se com um futuro duvidoso, com mudanças rápidas e imprevistas.

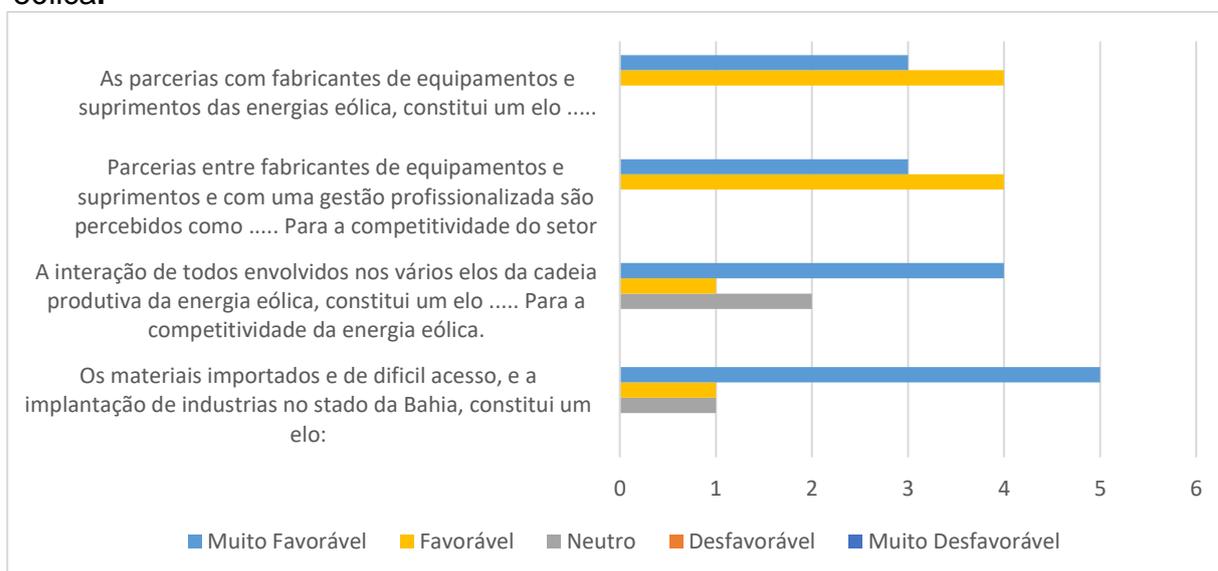
Nessa perspectiva, a competitividade entre as organizações tem se tornado acentuada e complexa em um mercado intenso, onde pequenos diferenciais podem ser de grande relevância para a sobrevivência das empresas.

Diante desta constatação e pelas percepções dos entrevistados, a realização de cursos e treinamentos de atualizações administrativas e técnicas com os funcionários em todos os níveis, são vistos como aperfeiçoamentos na qualificação com o propósito de avançar a competitividade da usina eólica. Assim, para os entrevistados foi pontuado com o índice de 42,8% como favorável e com o índice de 57,2 % muito favorável em investimentos em treinamentos, cursos e atualizações

sempre com o intuito de aprimorar os conhecimentos para aplicar em prol da qualificação.

Em análise dos resultados dos questionários aplicados aos agentes especialistas com relação aos elementos temáticos do Fator Determinante Empresariais e Pontos Focais associados com foco na gestão continuam a ser apresentados no gráfico 15, seguida por uma discussão das percepções dos entrevistados e de uma revisão bibliográfica.

**Gráfico 15** – Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na gestão de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica.



Fonte: Dados da pesquisa

As tecnologias de energia renovável estão desempenhando um papel cada vez mais relevante no meio de portfólio de geração de eletricidade. Entretanto, a natureza intermitente da produção de turbinas eólicas é frequentemente discutida como barreiras e obstáculos potenciais para a aplicação em maior escala dessas tecnologias. Com maiores contribuições de tecnologias intermitentes e parcerias, a tensão no sistema elétrico pode surgir durante os períodos em que a baixa produção da geração intermitente corresponde com a alta demanda de eletricidade.

Para tanto, as parcerias com fabricantes de equipamentos e suprimentos, que atendem toda cadeia produtiva das energias renováveis eólica, no quesito assistência técnica e funcional, constitui um elo importante para a competitividade da energia eólica, e a percepção dos entrevistados condiz com o avanço tecnológico e que os

mesmos apontaram um índice de 57,1% como favoráveis e também um índice de 42,8% como muito favorável as parcerias e assistências técnicas desempenhadas pelos fabricantes de equipamentos que atendem a cadeia produtiva da energia eólica. Conforme relato dos entrevistados que tem o olhar e preocupação, onde é favorável, mas o setor precisa ser pensado em toda a sua cadeia de forma integrada e internalizada. Como os fabricantes de peças e equipamentos ainda não estão totalmente instalados na Bahia, não há garantias de suprimentos e fornecimento em tempo e escala desejados pelo cluster da energia eólica. Assim, políticas públicas precisam ser mais bem apensadas e acompanhadas, para o melhor atendimento as demandas pontuais e futuras.

Corroborando e ratificando o exposto, a capacidade inovativa da firma, por sua vez, está relacionada com seu potencial de gerar progresso técnico. A capacidade inovativa da firma merece destaque uma vez que a inovação é importante para a competitividade da firma, pois por meio das inovações a firma pode capturar mercados, reduzir custos com a introdução de novos métodos de produção, reduzir *lead times*<sup>23</sup> ou produzir com o máximo de aproveitamento físico

dos insumos. Pode-se dizer que o resultado econômico da empresa está diretamente ligado à sua capacidade de gerar progresso técnico (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1995).

Para os entrevistados, o avanço a partir das parcerias entre fabricantes de equipamentos e suprimentos e com uma gestão profissionalizada nas usinas das energias renováveis eólica, os treinamentos e atualizações são percebidos como fator muito importante para a competitividade do setor de energia eólica, visto que esta interação traz bons resultados e sincronia para o negócio. A avaliação dos entrevistados percebera com índices de 57,1% como favorável e 42,8% como muito favorável as parcerias entre fabricantes de equipamentos e suprimentos, juntamente com a gestão para atender todo o processo de produção e geração de energia renovável eólica.

Os incentivos e as interações ao desenvolvimento das fontes de energias renováveis são caracterizados pelos mecanismos de apoio direto e indireto elaborados e colocados em prática pelos diferentes agentes como: O Ministério de Minas e Energia (MME), o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), BNDES, a

---

<sup>23</sup> o lead time é o intervalo de tempo necessário para que o material passe pela fabricação – do primeiro até o último processo – e esteja pronto para outra etapa.

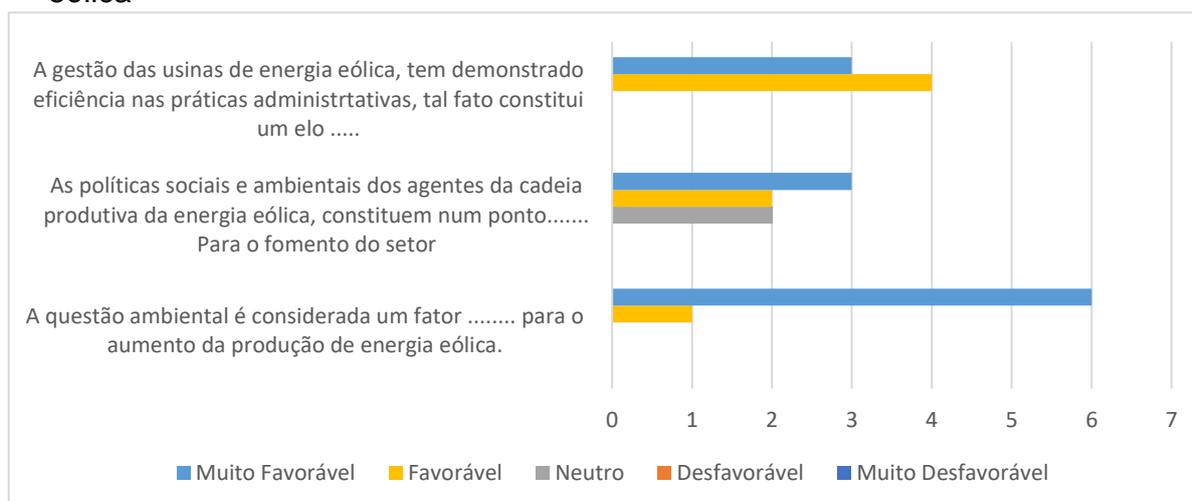
ANEEL, os Estados, os municípios e as Instituições de Pesquisa, entre outras (FERREIRA, 2017).

Para os entrevistados, no que diz respeito a interação de todos envolvidos nos vários elos da cadeia produtiva das energias renováveis eólica, para a competitividade do setor de energia eólica, constitui um elo de grande importância e fica evidenciado na percepção dos entrevistados com índices de 71,4% (favorável/ muito favorável).

Apoiado pelo grande potencial eólico, bem como em outros países, o Brasil está buscando não apenas expandir o uso da energia eólica, assim como apoiar o desenvolvimento da indústria eólica local, especialmente a cadeia produtiva do aerogerador.

Para os entrevistados, no quesito dos estoques, muitas vezes são importados e de difícil acesso, mesmo com a implantação de várias indústrias de equipamentos e suprimentos no Nordeste, o gerenciamento de estoque é feito de forma profissionalizada e com a política de atendimento as demandas constantemente. Este tipo de tratamento para a competitividade da indústria eólica, na visão dos entrevistados constitui um elo importante e representa 85,7% como (favorável/muito favorável), demonstrando a importância da nacionalização dos equipamentos e principalmente dos serviços ligados a energia eólica, para não deixar a vulnerabilidade do setor prejudicar o desenvolvimento da energia renovável eólica.

**Gráfico 16** – Avaliação dos Fatores Determinantes e Pontos focais associados com foco na gestão de acordo com a percepção dos agentes especialistas em energia eólica



Fonte: Dados da pesquisa

Para alguns dos entrevistados, analisando a forma de gestão das usinas de energias renováveis eólica, na qual tem demonstrado eficiência nas práticas administrativas, onde visa o aprendizado contínuo do funcionário e um controle efetivo dos gestores sobre as atividades e a produtividade, tal fato constitui um elo muito importante para a competitividade do setor, visto que demonstra a profissionalização da gestão e maior envolvimento de todos atores pertencentes da cadeia produtiva da energia eólica, demonstrado no olhar dos entrevistados com os índices de 57,1% como favorável e 42,8% como muito favorável a percepção a respeito da temática.

As políticas sociais e ambientais dos agentes da cadeia produtiva da energia eólica constituem um fator de competitividade e determinante para o fomento do setor. Desta forma, para alguns dos entrevistados, analisando de forma neutra sobre o tema em si, há a indagação a respeito dessas políticas e suas eficácias, visto que 28,6% consideraram como neutro ou sem muita expressividade e profundidade as políticas. No que tange a questão ambiental, é considerada um fator importante para o aumento da produção de energia eólica, na visão dos entrevistados a grande maioria consideraram 85,7% como muito favorável e 14,3% como favorável.

Corroborando com a visão dos entrevistados, o artigo “Projetos de energia eólica no Brasil: desafios e oportunidades aumentando Co benefícios e implicações para as políticas climáticas e energéticas” dos pesquisadores Góes et al (2021), tem como objetivo analisar os desafios e oportunidades para aumentar os Co benefícios do desenvolvimento sustentável (DS) entregues por projetos de energia eólica do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) no nordeste do Brasil e as implicações resultantes para as políticas climáticas e energéticas. Assim, ficou claro no artigo que os maiores desafios foram o interessadas (GÓES et al., 2021).

Contribuindo com as discussões acerca das percepções dos entrevistados, a respeito das questões ambientais, o artigo dos autores Jenniches S, Worrell E, Fumagalli E (2019), “Impactos econômicos e ambientais regionais de empreendimentos de energia eólica: um estudo de caso de uma região alemã”, relata que a energia eólica é uma tecnologia importante na transição para uma economia de baixo carbono. O artigo fala sobre os impactos regionais dos desenvolvimentos de energia eólica em uma pequena região alemã e, diz que as emissões evitadas de gases de efeito estufa são grandes e com isso gera impactos positivos para a população (JENNICHES; WORRELL; FUMAGALLI, 2019).

## 4.2 COMPETITIVIDADE EM TERMOS QUANTITATIVOS DA REGIÃO NORDESTE E DO COMPLEXO EÓLICO ALTO SERTÃO – BA

Como demonstrado durante toda a pesquisa, o setor de energia eólica tem ganhado cada vez mais importância na matriz energética brasileira. O Nordeste do país, em particular, apresenta um grande potencial para a produção de energia eólica, devido à sua localização geográfica privilegiada e aos ventos constantes em grande parte do ano.

O Nordeste brasileiro é uma das regiões com maior potencial para a produção de energia eólica no mundo. Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2022), a região possui um potencial de geração de 528,6 GW de energia eólica, o que representa cerca de 90% da capacidade de geração de energia elétrica do país. Além disso, a região apresenta ventos constantes ao longo de grande parte do ano, o que garante uma alta eficiência na produção de energia a partir dessa fonte.

Apesar do alto potencial e dos benefícios da energia eólica, o setor ainda enfrenta alguns desafios na região Nordeste. Um dos principais obstáculos é a falta de infraestrutura para o escoamento da energia produzida pelos parques eólicos. Isso ocorre porque a região apresenta uma grande quantidade de parques eólicos, mas ainda possui uma rede de transmissão de energia limitada, o que pode gerar gargalos na distribuição de energia elétrica.

A falta de infraestrutura de linhas de transmissão adequada para escoar a produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, incluindo a eólica, pode afetar negativamente a competitividade do setor na região nordeste do Brasil. Isso ocorre porque, quando há limitações na capacidade de transmissão, os custos de conexão dos parques eólicos à rede elétrica podem aumentar, reduzindo a atratividade dos investimentos no setor.

Além disso, a falta de linhas de transmissão também pode levar a problemas de congestão na rede elétrica, o que pode limitar a quantidade de energia que pode ser entregue aos consumidores, gerando prejuízos para o setor elétrico como um todo. Portanto, é fundamental que haja investimentos em infraestrutura de transmissão para garantir que a energia produzida a partir de fontes renováveis possa ser escoada para os principais centros consumidores, permitindo assim a expansão do setor eólico na região.

Apesar de ainda ser um gargalo, a infraestrutura de linhas de transmissão para escoamento da produção de eletricidade a partir de energia eólica no nordeste brasileiro tem sido expandida nos últimos anos para atender ao aumento da capacidade instalada de geração eólica na região.

Em 2019, foi inaugurado o primeiro trecho da linha de transmissão que irá escoar a produção de energia dos parques eólicos da região de Caetitê, na Bahia, para o Sudeste do país. O empreendimento, chamado de "Linha Verde", tem extensão total de 1.517 km e irá interligar os estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro.

Além disso, outros projetos de linhas de transmissão estão em andamento na região Nordeste, como a linha de transmissão que irá conectar o Complexo Eólico de Osório, no Rio Grande do Sul, com o Nordeste, por meio de uma linha de transmissão de 2.375 km que ligará os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Bahia.

Outro desafio é a necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para a produção de energia eólica. Apesar do grande potencial, a tecnologia utilizada nos parques eólicos ainda é relativamente nova e requer investimentos contínuos em pesquisa para garantir uma maior eficiência na produção de energia.

Um importante fator competitivo é o custo médio por MWh. Se for comparado o custo médio dos parques eólicos da região Nordeste brasileira com o de outros países, nota-se uma diferença considerável, especialmente a países como Espanha, Alemanha e Dinamarca. A Tabela 11 mostra o custo médio (em US\$/MWh) da geração de eletricidade entre os parques eólicos do Nordeste e de outros países com histórico de produção de energia eólica.

**Tabela 11** – Comparativo entre os custos de produção de eletricidade entre os parques eólicos do Nordeste brasileiro com outros países

Parques eólicos	Custo médio de geração (US\$/MWh)
Nordeste do Brasil	39,3
México	37,7
Estados Unidos	41,9
Espanha	54,2
Alemanha	57,3
Dinamarca	64,4

Fonte: GWEC, 2021

A Tabela 9 apresenta uma comparação entre o custo médio por MWh da eletricidade gerada em parques eólicos na região Nordeste do Brasil com parques eólicos ao redor do mundo.

No Nordeste brasileiro, o custo médio de geração de eletricidade em parques eólicos é de 39,3 US\$/MWh, o que é relativamente baixo em comparação com outros países, como Espanha, Alemanha e Dinamarca, onde o custo médio é superior a 50 US\$/MWh. No entanto, é importante destacar que o custo de geração de eletricidade em parques eólicos pode variar de acordo com diversos fatores, como a velocidade dos ventos, o custo do equipamento e o custo do financiamento.

No México e nos Estados Unidos, o custo médio de geração de eletricidade em parques eólicos é relativamente baixo, em torno de 37,7 e 41,9 US\$/MWh, respectivamente. Isso se deve, em parte, às condições favoráveis de vento nesses países.

Em geral, a energia eólica é uma fonte de energia renovável e limpa que tem se mostrado cada vez mais competitiva em relação a outras fontes de energia. A tabela acima apresenta uma visão geral dos custos de geração de eletricidade em parques eólicos em diferentes partes do mundo, destacando a competitividade da energia eólica como fonte de energia em relação a outras fontes.

Em relação ao Complexo Parque Eólico Alto Sertão – BA, este é um dos maiores projetos de energia eólica em operação no Brasil, e apresenta importantes aspectos de competitividade econômica, social e ambiental. O complexo é composto por 14 parques eólicos, com potencial de geração total de 1,5 GW, o que o torna o maior complexo eólico da América Latina.

Além disso, o complexo é responsável por fornecer energia limpa e renovável para mais de 600 mil residências no país, contribuindo para a diversificação da matriz energética brasileira e para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com a empresa responsável pelo parque, a AES Brasil, a construção do complexo gerou cerca de 2.000 empregos diretos e indiretos na região, e atualmente o parque emprega cerca de 150 pessoas em sua operação.

Um dos principais aspectos de competitividade econômica do complexo é a sua capacidade de gerar empregos e movimentar a economia local. O projeto envolveu a contratação de cerca de 4.000 trabalhadores durante sua construção, além de empregar mais de 250 pessoas em sua operação. Além disso, o projeto tem um

impacto significativo na economia local, movimentando atividades comerciais e de serviços, e gerando impostos e receitas para o Estado.

No que tange aos aspectos de competitividade social, o complexo apresenta uma série de benefícios para as comunidades locais. Um dos principais benefícios é a geração de energia elétrica limpa e renovável, que contribui para a segurança energética do país e para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, o projeto contempla ações de responsabilidade social, como a construção de escolas, postos de saúde e sistemas de abastecimento de água nas comunidades próximas (ALBUQUERQUE et al., 2019).

No aspecto ambiental, o Complexo Eólico Alto Sertão também apresenta importantes vantagens. A geração de energia elétrica a partir da fonte eólica é uma forma limpa e renovável de produzir eletricidade, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Além disso, a construção dos parques eólicos foi realizada com atenção aos aspectos ambientais, minimizando impactos na fauna e flora locais e respeitando as normas de preservação ambiental.

Um importante indicador de competitividade e sustentabilidade econômica e financeira é o *Capital Expenditure* (CAPEX). O CAPEX pode ser definido como o total de despesas de capital ou investimentos em bens de capital que são realizados para fazer existir, manter ou expandir uma determinada estrutura empresarial ou até expandir o escopo de operações de uma empresa. Trata-se de um conceito importante no mundo empresarial, uma vez que avalia o fluxo de caixa sendo utilizado em investimentos dentro das empresas (ROSS et al., 2015).

A Tabela 12 apresenta uma comparação do complexo eólico Alto Sertão com outros empreendimentos.

**Tabela 12** - comparação entre o Complexo Eólico Alto Sertão e outros empreendimentos eólicos na região Nordeste do Brasil.

<b>Complexo</b>	<b>Potencial de Geração</b>	<b>Velocidade média dos ventos</b>	<b>Capacidade Instalada</b>	<b>Custo de Geração</b>	<b>CAPEX</b>
Alto do Sertão/BA	1,5 GW	8,5 m/s	1.132,2 MW	R\$ 150/MWh	R\$ 4,5 bilhões
Asa Branca/RN	292 MW	8,0 m/s	223,6 MW	R\$ 180/MWh	R\$ 1,2 bilhões
Santo Agostinho/RN	283 MW	7,5 m/s	434 MW	R\$ 220/MWh	R\$ 1,5 bilhões
Água Doce/SC	93 MW	8,0 m/s	142,8 MW	R\$ 220/MWh	R\$ 500 milhões

Fonte: EPE (2022).

De acordo com a Tabela 12, o Complexo Eólico Alto Sertão é o maior empreendimento eólico da região, com potencial de geração de 1,5 GW. Os outros empreendimentos apresentam capacidades menores, variando entre 93 MW e 292 MW. Em relação à velocidade dos ventos, o Complexo Alto Sertão apresenta uma velocidade média de 8,5 m/s, que é superior às demais usinas.

Ainda verificando o comparativo entre os complexos dos parques eólicos citados, percebe-se a superioridade no que tange a capacidade instalada do complexo eólico Alto Sertão, onde possui 1.132,2 MW, frente aos demais que apresentam variações de capacidade instalada de 142,8 MW a 434 MW, demonstrando desta maneira ser competitivo no que se refere a capacidade instalada.

Em relação a este fator (velocidade dos ventos), são determinantes para o desempenho dos parques eólicos na Região Nordeste do Brasil. Isso se deve ao fato de que a energia produzida por uma turbina eólica é proporcional ao cubo da velocidade do vento. Em outras palavras, pequenas variações na velocidade do vento podem ter grandes impactos na quantidade de energia gerada.

O fator de capacidade de um parque eólico é uma medida da eficiência do aproveitamento da energia eólica em um determinado local, e é calculado como a relação entre a energia produzida pela turbina eólica e a energia que seria produzida se a turbina estivesse funcionando continuamente em sua capacidade máxima. O fator de capacidade pode ser influenciado por diversos fatores, incluindo a velocidade e a qualidade dos ventos, a densidade das turbinas eólicas, a altura das torres e outros fatores relacionados ao projeto e à operação dos parques eólicos.

O fator de capacidade da fonte eólica representa a proporção entre a geração efetiva da usina em um intervalo de tempo e a capacidade total no mesmo íterim. O valor médio para 2022 foi 41,5%, tendo atingido máximo valor médio mensal em setembro, com 56,5% (ABEEOLICA, 2023).

Em destaque, os cinco estados que apresentaram maior fator capacidade médio no período de 2022 foram Bahia (44,9%), Piauí (43,1%), Maranhão (42,5%), Pernambuco (42,3%) e Rio Grande do Norte (39,4%). Os valores apurados de fator de capacidade por cada estado brasileiro com participação eólica, demonstra como fator de competitividade a força da energia eólica na Bahia (ABEEOLICA, 2023).

Em geral, os parques eólicos instalados na Região Nordeste do Brasil apresentam fatores de capacidade relativamente altos, devido às condições favoráveis de vento na região. No entanto, é importante realizar estudos de viabilidade e análises técnicas detalhadas para avaliar o potencial de geração de energia eólica em um determinado local, levando em consideração não apenas a velocidade e a qualidade dos ventos, mas também outros fatores relevantes para a operação e manutenção dos parques eólicos.

Dessa forma, a velocidade média do vento é um fator importante para a eficiência dos parques eólicos, pois determina a quantidade de energia que pode ser gerada pelas turbinas. O desvio-padrão dos ventos também é um fator importante, pois pode afetar a estabilidade da geração de energia eólica.

Em comparação, a velocidade média do vento em outros parques eólicos no Brasil pode variar de cerca de 6 m/s a 10 m/s, dependendo da localização geográfica e das características climáticas da região. Em outros países, os valores podem ser ainda mais altos, chegando a cerca de 12 m/s em algumas áreas com ventos fortes e constantes.

O desvio-padrão dos ventos também pode variar bastante entre diferentes parques eólicos, dependendo das condições locais. Em geral, o desvio-padrão dos ventos em parques eólicos é maior em regiões com ventos mais turbulentos e irregulares, o que pode afetar a eficiência da geração de energia.

É importante ressaltar que os valores de velocidade média e desvio-padrão dos ventos podem ser influenciados por diversos fatores, incluindo a topografia local, as condições climáticas, a altitude e a densidade de turbinas eólicas no parque. Portanto, é necessário realizar estudos detalhados de viabilidade e análise de dados para avaliar o potencial de geração de energia em cada local específico.

No que diz respeito ao custo de geração de eletricidade, o Complexo Alto Sertão apresenta um custo de R\$ 150/MWh, que é mais baixo do que os demais empreendimentos, cujos custos variam entre R\$ 180/MWh e R\$ 220/MWh. No entanto, é importante ressaltar que o custo de geração de eletricidade pode variar de acordo com diversos fatores, como a velocidade dos ventos, o custo do equipamento e o custo do financiamento.

Por fim, em relação ao custo médio do CAPEX, que é o investimento inicial para a construção do empreendimento, o Complexo Alto Sertão apresenta um valor de R\$ 4,5 bilhões, que é mais alto do que os demais empreendimentos, cujos custos variam entre R\$ 500 milhões e R\$ 1,5 bilhões. Esse valor pode ser explicado pela maior capacidade instalada do complexo e pelos investimentos em infraestrutura, como linhas de transmissão e subestações realizadas na região nos últimos anos.

Por fim, um último fator quantitativo mais amplo, relacionado ao preço médio da energia eólica praticado nos últimos leilões realizados (2017 a 2021), em comparação com outras fontes. A Tabela 13 faz um comparativo entre a energia eólica e as fontes hídricas, solar, biomassa, gás natural, carvão mineral e petróleo.

**Tabela 13** – Comparativo entre os preços médios das diferentes fontes de energia nos leilões de 2017 a 2021 no Brasil

Fonte de energia	Preço médio dos leilões (2017 a 2021)
Hidrelétrica	R\$ 197,96 – R\$ 276,00
Eólica	R\$ 98,62 – R\$ 144,51
Solar	R\$ 118,07 – R\$ 220,00
Biomassa	R\$ 204,00 – R\$ 299,00
Gás natural	R\$ 208,00 – R\$ 409,00
Carvão mineral	R\$ 194,00 – R\$ 209,00
Petróleo	R\$ 298,00

Fonte: ANEEL (2022)

Conforme Tabela 133, a geração de energia eólica é a mais barata quando comparada com outras fontes da matriz energética brasileira. Assim, além das questões referentes a análise de competitividade discutida nesta tese, sob aspectos diversos, o menor preço do insumo energia, pode levar a discussões mais complexas, como por exemplo, as mudanças climáticas, causadas pela emissão de CO<sub>2</sub>.

Atualmente (abril 2023) há várias empresas estrangeiras planejando investimentos elevados em energia solar e eólica na região, atraídos por uma série de fatores (principalmente elevado potencial de geração, e baixo custo total por MWh gerado). Algumas dessas empresas visam a exportação de hidrogênio verde (a certificação é realizada pela CCEE, mas pode ser validada por outras certificadoras internacionais) para a Europa.

Outro grupo de empresas são multinacionais com parque fabril no Brasil, que visam reduzir a pegada de carbono de suas operações mediante o uso de energia elétrica renovável. Nos últimos anos (desde 2021) várias empresas do ramo do alumínio e do aço trouxeram sua produção desde a Europa para o Brasil devido aos custos de energia mais baratos. Ainda, devido à matriz de geração limpa no Brasil e a possibilidade de contratar energia 100% renovável, essas empresas viram a possibilidade de “descarbonizar” suas operações, no marco da importância cada vez maior do ESG. Impulsionado ou facilitado pela importância de o Brasil ter um sistema integrado de transmissão robusto (SIN), o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidro-termo-eólico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O Sistema Interligado Nacional é constituído por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e a maior parte da região Norte.

A interconexão dos sistemas elétricos, por meio da malha de transmissão, propicia a transferência de energia entre subsistemas, permite a obtenção de ganhos sinérgicos e explora a diversidade entre os regimes hidrológicos das bacias. A integração dos recursos de geração e transmissão permite o atendimento ao mercado com segurança e economicidade, e um mercado elétrico maduro e eficaz (ACL – Ambiente de Contratação Livre ou “Mercado Livre” coordenado pela CCEE, que possibilita certificar a origem renovável da energia elétrica produzida). Muitas dessas empresas deram um passo além de contratar energia 100% renovável no ACL, e passaram a investir diretamente na construção de parques eólicos e solares. Um exemplo:

Segundo a agência Canal Energia, a Casa dos Ventos e a ArcelorMittal anunciaram nesta terça-feira, 18 de abril de 2023, a criação de uma Joint Venture para implantar o empreendimento eólico Babilônia Centro, de 554 MW, na cidade de Várzea Nova (BA). O investimento será de R\$ 4,2 bilhões e a energia da usina, por meio de um contrato de 267 MW med, irá abastecer as operações da mineradora. O

contrato é um dos maiores do Brasil. De acordo com Jefferson de Paula, CEO da ArcelorMittal no Brasil, a Joint Venture une a maior produtora de aço e uma das maiores consumidoras de energia do Brasil a uma grande referência de energia renovável.

A ArcelorMittal vai consumir 90% da geração do parque. Ainda de acordo com De Paula, a decisão veio motivada pelo forte crescimento que a companhia terá no Brasil nos próximos anos, em que serão destinados R\$ 7 bilhões em investimentos. O outro motivador é a decisão da matriz na Inglaterra, que quer liderar a descarbonização no mundo e tem metas de 25% de redução de CO<sub>2</sub> durante a sua produção e ser carbono neutro até 2050.

De uma maneira geral, os parques eólicos brasileiros possuem uma emissão de CO<sub>2</sub> muito baixa, pois a geração de energia eólica não emite dióxido de carbono durante o processo de produção de energia elétrica. No entanto, é importante destacar que a construção e instalação dos parques eólicos envolvem emissões de gases de efeito estufa, especialmente na fabricação dos equipamentos eólicos e na construção de estradas e linhas de transmissão. Essas emissões, no entanto, são consideravelmente menores do que as geradas pelas fontes de geração de energia que utilizam combustíveis fósseis.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, e suas abordagens a respeito do tema, observa-se que ele se insere num panorama de crescimento da preocupação mundial com as mudanças climáticas e com a busca pelo desenvolvimento sustentável.

No Brasil tal inquietação pôde ser observada, através do propósito do governo em diversificar a matriz energética brasileira possuindo como essencial diretriz para a ampliação do parque gerador a priorização da participação das fontes renováveis de energia. Nesta circunstância ocorreu no país nos últimos anos um crescimento relevante da contratação de energia eólica, pois além de ser uma fonte limpa e renovável, a energia eólica apresenta significativas características que estimulam sua contratação no Brasil, como sua complementariedade com a hidroeletricidade e com a solar fotovoltaica, grandes potenciais ainda pouco explorado no país, na forma de usinas híbridas e o alto nível de competitividade frente às demais fontes renováveis e não renováveis existentes no mercado nacional.

Assim, o estudo sobre a expansão da fonte eólica e suas consequências para o desenvolvimento e competitividade no semiárido da Bahia, encontra-se posto num ambiente de análise mais abrangente que contempla os condicionantes, político-institucional, socioeconômicos e estruturais responsáveis pela inserção dessa fonte na matriz elétrica brasileira, o papel dos distintos atores públicos e privados que participam no processo de produção e gestão dos espaços, assim como seus conhecimentos a partir da articulação das distintas medidas do processo, levando em consideração a capacidade desse setor de desenvolver possibilidades de crescimento e inserção socioeconômico nos espaços dos municípios de Caetité, Guanambi, Igaporã e Pindaí, onde encontra-se o complexo eólico Alto Sertão.

Essa fonte de energia teve uma expansão significativa nos últimos 20 anos, e já demonstra uma realidade relevante tanto quanto para países desenvolvidos como para países subdesenvolvidos. A capacidade total instalada no planeta atingiu 845.000 GW no final de 2021, e com estimativa crescente até o final de 2023. Atualmente, a Ásia lidera como região propulsora do desenvolvimento eólico e a China em destaque em produção e capacidade instalada.

A sua expansão no cenário internacional se deve aos grandes investimentos em pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias para a indústria da energia

eólica, bem como a necessidade de investir em fontes buscando à diminuição da emissão de gases do efeito estufa.

No que tange aos aspectos sociopolítico, verifica-se que o PROINFA foi muito importante e decisivo para a ampliação da fonte de energia eólica no Brasil, principalmente após a inserção dos leilões de energia. O desenvolvimento do setor ocasionou a demanda por materiais e equipamentos da indústria eólica, na ausência ou escassez de fabricantes nacionais de equipamentos dessa espécie no país. Assim, isso fez com que o Estado brasileiro, por intermédio das políticas de financiamento e investimentos, a incentivar a instalação de unidades produtivas de materiais e equipamentos da indústria eólica, tais como aerogeradores, torres e pás no território nacional, determinando a nacionalização desses equipamentos. Com isso, a região Nordeste se destaca pois estão sendo montados todos os componentes eólicos nos polos industriais dos Estados de Pernambuco (Suape), Ceará (Pecém) e Bahia (Camaçari). Isso certifica que a atividade eólica proporciona possibilidades de associação produtiva e colabora tanto para ampliar a oferta de energia eólica no país, bem como para impulsionar o desenvolvimento econômico da região no sentido de geração de emprego, renda e crescimento industrial.

Entende-se que a energia eólica exerce grande importância para a ampliação da matriz energética do país, essencialmente por ser limpa e não emitir gases do efeito estufa, pela sua possibilidade de complementariedade a fonte hidráulica e solar fotovoltaica existentes, e, contudo, pela expectativa que surge para enriquecer o nível de desenvolvimento socioeconômico da região Nordeste, pois é aí que se encontra a maior potencialidade de produção e geração de energia eólica em energia elétrica. Portanto, pode-se dizer que a expansão da fonte de energia eólica no Nordeste vai modificando a realidade desses espaços, pois são oportunizadas melhorias nas condições de sobrevivência dos indivíduos que fazem parte desta realidade. Entretanto, ainda é necessário buscar a igualdade de oportunidades para as pessoas que fazem parte das comunidades na qual o complexo eólico Alto sertão da Bahia faz parte.

Diferente dos outros estados do Nordeste que têm maior ocorrência de ventos no litoral, a Bahia tem seu maior potencial eólico centrado no interior, ao lado da margem direita do rio São Francisco, que vai da Serra do Espinhaço até Juazeiro, transpassando a Chapada Diamantina e o Vale do São Francisco. Sendo beneficiada pela baixa nebulosidade e pelo processo de alta pressão atmosférica que se move em

direção ao Nordeste, os ventos que aí passam são de excelente qualidade para a geração eólica.

O território semiárido do estado apresenta uma combinação excelente de fatores para o desdobramento da energia eólica: terras altas, com pequena produtividade agrícola, adequada altitude e uma corrente de vento constante, com aproximadamente 9/m por segundo, índice que só se encontra no Brasil em regiões litorâneas, que detém o impertinente da salinidade, ocasionando maiores custos de manutenção, o valor das terras é superior, fora a poluição visual dos aerogeradores à beira mar.

Outro fator que demonstra a competitividade da região, está na questão para o aproveitamento do recurso eólico como fonte de energia é a avaliação do potencial do vento da região, que demonstrou atingir em torno de 8 m/s.

Nesta região ficou evidenciado que esta atividade de pesquisa é abdicada de licenciamento ambiental por entender não causar impactos ambientais. Mas fica necessário fazer consulta as prefeituras a respeito de locais apropriados segundo a legislação aplicável sobre uso e ocupação do solo, e conseguir liberação para a implantação das torres anemométricas, para verificação e determinar esses locais.

A instalação de parques eólicos no Nordeste brasileiro, em específico na Bahia origina-se dos investimentos que o governo conduziu para as fontes de energia renováveis, considerando a precisão de desenvolver suas medidas produtivas sob o manifesto da atualização, do desenvolvimento, do crescimento sustentável e das energias limpas. Dessa maneira, localidades que, até aqui, viviam preteridos no tempo, reduzidas a pequenas inserções políticas, acham-se, de repente, valorizadas e de grande potencial, pelas oportunidades que se apontam para exploração de seus recursos naturais, tais como a energia eólica.

Assim, esta pesquisa possibilitou analisar os fatores, operadores e atos incumbidos pelo desenvolvimento da energia eólica no país, em especial na Bahia bem como consentiu analisar a sua importância a partir das características política, econômica, sociocultural, impactos ambientais, mercado e espacial nas comunidades em estudo, na qual fazem parte do complexo Alto Sertão, peculiarizando as mudanças concebidas pela energia eólica em seus espaços de vivência, da mesma forma que os benefícios conseguidos e os impactos estimulados.

Na concepção da importância econômica, os essenciais benefícios da implantação dos parques eólicos no interior baiano são as benfeitorias nas estradas,

dinamismo econômico instalado nos municípios, criação de empregos, proventos financeiros com os arrendamentos das propriedades onde estão instalados os aerogeradores, indenizações das terras e a viabilidade de aliar a produção agropecuária com a produção eólica e a expectativa de valorizar as terras.

No que se refere aos aspectos sociocultural, os relevantes benefícios apresentados pelas comunidades foram os cursos e palestras ministrados pelas empresas, a perfuração de poços artesianos, limpeza de aguadas e barragens, a regularização fundiária das propriedades rurais com os objetivos de concretizarem os contratos de uso nas instalações dos aerogeradores, a implantação do Museu do Alto Sertão da Bahia, criação de fábricas de biscoitos, local de aprendizagem profissional de corte e costura e outros. Cabe salientar que esses benefícios foram específicos e restritos a certas comunidades como meios de contrapartida socioambiental, assistindo algumas comunidades.

Observa-se que há um empenho por minimizar o impacto ambiental para possibilitar o licenciamento. Na maior parte dos estados produtores de energia eólica, obriga-se somente o relatório ambiental sintetizado. E como há uma “competição” por captação de grandes investimentos entre os estados, muitos órgãos reguladores, fazem a opção por determinarem normas ambientais mais maleáveis, diminuição ou extinção de tributos com o intuito de beneficiarem a chegada de investidores. Assim, ficou claro nas palavras dos envolvidos na pesquisa que certifica que o discurso ambiental, agregado ao discurso da evolução e da modernização da região, fomenta o crescimento do uso da fonte eólica na região.

Diante desse contexto, conclui-se que a energia eólica exerce grande relevância para diversificar a matriz energética do país, especialmente por ser limpa e não emitir gases do efeito estufa na atmosfera, pela sua possibilidade de complementariedade com a fonte solar fotovoltaica e hidráulica.

Conclui-se que os fatores de competitividade juntamente com os pontos focais elencados na pesquisa foram contemplados a partir das observações das dimensões políticas, econômica, sociocultural e principalmente na dimensão espacial, que envolvem a energia eólica no Nordeste em específico o complexo eólico Alto sertão, que demonstra a sua importância e relevância em todos os sentidos para a região delimitada.

Como agenda para estudos futuros sugere-se a análise do desenvolvimento e uso da tecnologia do armazenamento hidrelétrico bombeado. Tal tecnologia, permite

o armazenamento de energia em forma de água em um reservatório superior quando há um excesso de produção eólica e a liberação dessa água quando há demanda energética alta ou baixa produção eólica. Essa tecnologia apresenta algumas vantagens quando comparada a outros tipos de armazenamento de energia, tais como:

1. Flexibilidade operacional: o armazenamento hidrelétrico bombeado pode ser rapidamente acionado para atender a demanda de energia em momentos de pico, fornecendo uma fonte de energia confiável e flexível.
2. Alta eficiência: a eficiência de conversão da energia elétrica em energia potencial hidráulica e vice-versa é alta, chegando a até 80-85%.
3. Armazenamento em grande escala: a tecnologia permite o armazenamento de grandes quantidades de energia eólica em um curto período de tempo. Compatibilidade com as características da energia eólica: o armazenamento hidrelétrico bombeado é particularmente adequado para armazenar energia eólica, já que a produção eólica tende a ser intermitente e varia ao longo do tempo.
4. Contribuição para a estabilidade do sistema elétrico: o armazenamento hidrelétrico bombeado pode ajudar a estabilizar o sistema elétrico, fornecendo energia quando necessário e absorvendo o excesso de energia quando a demanda é baixa.

Na Bahia, onde há um grande potencial para a geração de energia eólica, o armazenamento hidrelétrico bombeado pode ser uma solução interessante para ajudar a enfrentar os desafios relacionados à variabilidade da produção de energia eólica e melhorar a confiabilidade do sistema elétrico.

## Estratégias e Proposições para a Competitividade da Cadeia Produtiva da Energia Eólica

Alicerçado nos objetivos propostos por esta pesquisa, e nos resultados obtidos, este ponto tem como objetivo sugerir algumas ações estratégicas e proposições com o intuito de verificar a competitividade da energia eólica no estado da Bahia. É bastante adequado dispor reflexões para prováveis indicações para todos os elos da cadeia de valor. A concepção das estratégias sugeridas neste estudo é no intuito de cooperar para a definição de novas possibilidades de gestão empresarial e governamental, assim como de novas políticas públicas de desenvolvimento das energias renováveis na Bahia e no Brasil.

Dessa maneira, pode-se dizer a estratégia é o desenvolvimento de políticas e de práticas de gestão com o propósito de alcançar os objetivos de uma determinada indústria ou cadeia produtiva, ou seja, é uma manifestação de caminho que uma indústria ou cadeia produtiva necessita prosseguir.

Desse modo, procura-se sugerir ações estratégicas e proposições para o fortalecimento do funcionamento ou melhoramento da cadeia produtiva da energia eólica. Para o cumprimento destas estratégias, faz-se fundamental uma abordagem nos modelos de gestão e uma conciliação de políticas de âmbito federal e estadual, bem como por um conjunto de ações e proposições de política pública e apoio empresarial.

Nessa conjuntura, as Ações Estratégicas e Proposições que têm potencial para melhorar a competitividade da cadeia produtiva da energia eólica estão relacionadas nos Quadros a seguir. As diversas Ações Estratégicas foram definidas de acordo com os pontos dos elementos temáticos representativos.

O Quadro 8 apresenta as Ações Estratégicas e as Proposições para Fatores Institucionais e Legais, onde foram abordados vários pontos de grande importância do marco legal e de políticas públicas.

Quadro 8 - Ações Estratégicas e Proposições para Marco Legal e Políticas Públicas e pontos focais

Pontos dos Elementos temáticos	Ações Estratégicas	Proposições
<b>Marco Legal</b>	Revisar e atualizar a Lei 9478/1997 e outras legislações.	Promover atualizações nas políticas nacionais para o aproveitamento racional das fontes de energia; Fomentar à pesquisa e desenvolvimento relacionados à energia renovável; Revigorar o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
	Revisar o sistema de leilões de Energia renovável	Realizar estudos de preço máximo dos leilões baseados nos preços das energias renováveis e da realidade regional; Lotes e Preços dos leilões conforme a capacidade instalada de cada usina por região; Desburocratização e ajustes nos critérios de habilitação única vez, no começo do ano. Automaticamente, ficam habilitadas a participar de certames durante o ano corrente da habilitação.
	Revisar e atualizar a Lei 2505/2007 e outras legislações.	Aprimorar e atualizar o Certificado de Empreendedor de Energia Renovável – CEER; ampliar os estímulos para a microgeração; o excedente de energia produzida pelo CEER poderá ser transformado créditos de energia elétrica junto às concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica com prazo ampliado ou créditos financeiros para pagamento de tributos.

<b>Políticas Públicas</b>	Estruturar um Programa de Integração entre os entes federados e o governo central em relação as políticas públicas para energias renováveis.	Criar um Projeto Macro de Estruturação e integração de políticas públicas para energias renováveis entre todas as cadeias produtivas; Programa de atualização e Revitalização da cadeia da energia eólica; ampliar os mecanismos de apoio diretos e indiretos aplicados e, são desenvolvidos e colocados em prática por diferentes atores, como o BNDES, a FINEP, a ANEEL, o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), o Ministério de Minas e Energia (MME), para solidificar o setor.
	Estruturar um Programa de Integração para o fomento da Energia Renovável Eólica.	Agenda de articulação entre os programas específicos de cada ministério ou secretarias para a idealização de um projeto integrador para produção e geração da energia eólica e de outras energias renováveis; Monitoramento do desempenho dos instrumentos de política de cada ministério e secretaria, considerando critérios de alocação e de impactos efetivos de acordo com o que foi planejado.
	Fortalecer as políticas que dispõem sobre o Processo de Licenciamento Ambiental de empreendimentos de Geração de Energia Elétrica a partir de fonte eólica no Estado da Bahia.	Agenda de trabalho e articulação para aprimorar as Normas técnicas NT, que estabelece critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em ambientes terrestres no estado da Bahia.
	Fortalecer as políticas públicas em relação aos incentivos fiscais para estimular a cadeia da energia eólica, promovendo a ampliação e entrada de novas usinas no Nordeste	Criar mecanismos para acesso as linhas de financiamento para suprimento de máquinas e equipamentos pelo BNDES, podem alavancar o setor e poderão ser consideradas uma importante política pública de incentivo ao setor eólico.

Fonte: autor, 2023

O Quadro 9 apresenta as Ações Estratégicas e as Proposições para Fatores Econômicos, onde procura relacionar os principais pontos sobre macro e microeconômicos, bem como de infraestrutura.

Quadro 9 - Ações Estratégicas e Proposições para Fatores Econômicos e Infraestrutura

<b>Pontos dos Elementos temáticos</b>	<b>Ações Estratégicas</b>	<b>Proposições</b>
<b>Macroeconômico</b>	Criar um Grupo de Trabalho de Inteligência para avaliar os impactos positivos e negativos na competitividade do setor	Analisar os fatores determinantes sistêmicos e pontos focais analisados como taxa de câmbio, taxa de inflação, crédito e financiamento, que são mecanismos para averiguar as condições favoráveis ou não para aprimorar a competitividade da energia eólica na Bahia.

	Ampliar as pesquisas e estudo sobre as variáveis macroeconômicas	Estudo do desempenho dos desembolsos financeiros para todos os elos da cadeia da energia eólica; Estudo das condições de empréstimos para todos os agentes da cadeia, seja através de ações-programa a partir de agentes financeiros locais como a Agência de Fomento do Estado da Bahia (DESENBAHIA) e BNDES; Estudo de cenários macroeconômicos e energéticos: Taxa Cambial, PIB, inflação, preços relativos da energia eólica, exportação e importação de componentes da cadeia da energia eólica; Planejar a espacialização de investimentos.
	Desenvolvimento de políticas de fomento para criação de um complexo industrial da energia eólica	Ampliar o acesso ao crédito aos empreendedores. Criar mecanismos de incentivo a nacionalização dos equipamentos da cadeia de valor da energia eólica. Fomentar as pesquisas e desenvolvimento para surgimento de patentes de equipamentos da cadeia da energia eólica. Fomentar o processo de importação com subsídios para a aquisição de componentes essenciais não produzidos no Brasil.
<b>Microeconômico</b>	Incentivar e fomentar a atração e ampliação de indústrias de equipamentos e componentes voltadas ao setor de energia eólica	Programa de Fomento de atração seletiva de indústrias e demais segmentos da cadeia produtiva da energia eólica; Prospectar oportunidades e elaboração de estudos de projeto integrado da cadeia da energia eólica de porte competitivo, considerando aspectos logísticos e tecnológicos; Levantamento de demanda regional e nacional por insumos para toda a cadeia produtiva da energia eólica; Interiorizar a industrialização dos equipamentos da cadeia produtiva da energia eólica, agregando valor e ampliando a competitividade.
	Fortalecer a indústria de equipamentos e componentes com foco na produção de produtos de alta tecnologia	Estudo da distribuição espacial da produção e uma análise de mercado e estratégias de gestão para consolidar a indústria da energia eólica; Estudo de viabilidade técnica e econômica de indústria de componentes com tecnologias de ponta e de essencial importância na cadeia produtiva da energia eólica; Pesquisas e estratégias de acesso ao mercado, com fácil acesso aos bancos de dados com informações sobre os mercados da energia renovável eólica; Política clara de garantia de compra a preço de mercado via leilões.
<b>Infraestrutura</b>	Promover a ampliação e melhoramento da infraestrutura de linhas de transmissão das energias elétricas geradas para os grandes centros consumidores	Mapear todo o sistema de transmissão da energia elétrica gerada da cadeia produtiva eólica; Fomentar junto a EPE para desenvolver estudos sobre a necessidade de expansão da rede de transmissão e o nos viabiliza propostas adicionais sobre extensão e melhoria da rede de transmissão. Fortalecer através do Ministério de Minas e Energia, e a ANEEL mecanismos que prepara o leilão para os projetos especificados da rede de transmissão.
	Fomentar as atividades industriais de componentes e equipamentos	Programa de atração de pequenas, médias e grandes indústrias de componentes e equipamentos; Suporte financeiro e de gestão para as indústrias regionais.

Plano do Sistema de Infraestrutura de Suporte Operacional e Logístico	Programa de requalificação das rodovias vicinais e estaduais para o transporte dos equipamentos e para manutenção; Programa de incentivos e investimentos em infraestrutura e uma agenda de intervenções de melhorias nos territórios contemplados com as usinas eólicas, especificamente; Elaborar um estudo sobre o melhoramento das linhas de transmissão da energia gerada até os grandes centros consumidores.
---	--

Fonte: autor, 2023

O Quadro 10 apresenta as Ações Estratégicas e as Proposições para Fatores Empresariais, onde foram abordadas questões sobre Gestão.

Quadro 10 - Ações Estratégicas e Proposições para Fatores Empresariais

Pontos Focais temáticos	Ações Estratégicas	Proposições
<b>Gestão</b>	Análise de Viabilidade	Realizar análise da viabilidade econômico-financeira da energia eólica diante do novo contexto do Setor Elétrico Brasileiro.
	Necessidades de investimentos	Realizar avaliação de projetos com o intuito de estimar o montante total a ser investido nos empreendimentos eólicos: Planejar os custos operacionais que ocorrem durante toda a vida útil do projeto e subdividem-se em custos fixos e variáveis; Planejar as despesas financeiras e seus entraves.
	Estudos locacionais para implantação	Prospectar e mapear áreas de potencial eólico, onde haja constância e boa velocidade média anual dos ventos para a geração de energia de forma institucionalizada. Fazer análise das melhores áreas, utilizando-se dados oriundos do Atlas Eólico Brasileiro, bem como a base dos dados da EPE e ANEEL.
	Promover, de forma competitiva, um planejamento estratégico e gestão empresarial com propósito de integração dos agentes e investidores	Analisar a sua situação atual e identificar os objetivos com clareza; Estabelecer e direcionar responsáveis por cada processo; Promoção de incentivos para inserir os agentes as metas da empresa; Incentivar o crescimento e verticalização da cadeia; Treinamento constante aos agentes.
	Disponibilizar informações estratégicas de produção e de mercado	Criação de um Observatório de Inteligência Comercial, Industrial e Prospecção de Negócios como foco em publicações de estudo e relatórios sobre desempenho e potencialidades; Elaborar estudos e análise setoriais.
	Programar a Disseminação de experiências e resultados	Conscientização e Propagação como eventos, seminários, palestras, Workshop, mesas redondas, audiências públicas; Disponibilização das informações ao público de banco de dados sobre aspectos econômicos e técnicos.
	Capacitar recursos humanos para a gestão dos diversos elos da	Programa de qualificação de mão-de-obra e melhoria da gestão com foco na industrialização e na competitividade de mercado.

	cadeia de valor	
--	-----------------	--

Fonte: autor, 2023

Por fim, o Quadro 11 apresenta as Ações Estratégicas e as Proposições para Fatores socioambientais, onde foram abordadas questões sociais e ambientais.

Quadro 11 - Ações Estratégicas e Proposições para Fatores socioambientais

Pontos dos Elementos temáticos	Ações Estratégicas	Proposições
<b>Questões Sociais</b>	Inserir as ações de responsabilidade social na pauta das ações de fomento de competitividade da energia eólica	Criar uma legislação específica para a Sustentabilidade Socioambiental da energia eólica; Fomentar as pesquisas sobre o monitoramento das ações sociais e ambientais de cada elo da cadeia produtiva; Fomentar a certificação de empresas pelas normas ambientais de padrões internacionais como foco na responsabilidade social e de condutas empresariais; Estimular os programas e atividades geradoras de emprego e renda.
	Promover a melhoria das condições de vida no território em que possuem usinas	Fomentar apoio no combate à pobreza, na organização e no fortalecimento institucional e mecanismos de apoio socioeconômico ao trabalhador pertencente ao território no que diz respeito às condições de moradia, educação, saúde, infraestrutura de água e energia.
<b>Questões Ambientais</b>	Fomentar negócios sustentáveis na cadeia produtiva da energia eólica	Criação de Programa de metas de desempenho sustentável em cada elo da cadeia produtiva; Estimular e analisar os desafios e oportunidades para aumentar os Co benefícios do desenvolvimento sustentável (DS); Fomentar e apoiar projetos de energia eólica como foco nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).
	Fomentar o desenvolvimento sustentável do território que possui usinas eólicas	Estudo de impactos ambientais nos cultivos nativos na região do território que possui usinas eólicas, com o objetivo de garantir a base ecológica da economia regional e o seu bem-estar social, mediante a conservação e manejo da sua biodiversidade; Estudo das condições e características do meio ambiente e incentivo a recuperação da cobertura vegetal, através de programas específicos de preservação e reflorestamento.
	Apoiar ações ligadas aos estudos ambientais	Estímulo à educação ambiental como foco nas energias renováveis; Reforço no controle ambiental, no licenciamento, na implantação e na operação das usinas por órgãos ambientais, bem como na fiscalização do cumprimento da qualidade por parte dos órgãos reguladores.

Fonte: autor, 2023

Em tese, o aperfeiçoamento destas estratégias e proposições demanda uma atitude coordenada e explícita, harmonizando esforços públicos e privados, assim

como de atuações regulatórias, de políticas públicas, e especialmente de investimentos.

As estratégias aqui publicadas para a cadeia produtiva da energia eólica na Bahia têm natureza estruturante e sua efetividade está condicionada simplesmente com a capacidade da interlocução do governo do estado da Bahia e da união com todas as instituições envolvidas no processo.

A situação atual verificada no estado da Bahia se apresenta com dificuldades e entraves e está causando perdas de oportunidades e competitividade que de certa maneira impactam, no futuro, a sustentabilidade e crescimento de forma mais harmoniosa com as comunidades envolvidas como um todo. As proposições apresentadas são colaborações generalizadas e que têm potencial para ser estudadas e pesquisadas aprimoradamente cada uma destas provocações nesta pesquisa.

## 6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O estudo apresentou algumas limitações importantes em relação a especificações de natureza técnica.

A principal limitação da pesquisa se deu pela pesquisa ter sido desenvolvida boa parte dela no período da pandemia do Covid-19, na qual as pesquisas de campo e entrevistas foram prejudicadas por conta dos impedimentos de acesso as instalações e a número maior de pessoas que poderiam ser potenciais contribuintes com informações para a pesquisa.

Outra limitação importante, foi a pouca disponibilidade de material publicado a respeito do tema em conjunto da energia eólica e competitividade.

Sendo assim, apesar das limitações serem consideráveis, por impossibilidade de quantificação de fato destes prejuízos, o trabalho foi desenvolvido utilizando o máximo das potencialidades disponíveis para tal.

## 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho analisou os fatores de competitividade da energia eólica. Dessa forma, como agenda para futuros estudos, sugere-se como possíveis recomendações que se aplicam como uma extensão do trabalho desenvolvido:

- Ampliação da metodologia proposta através de outros modelos de análise de competitividade já validados, com o intuito de traçar um paralelo entre o modelo utilizado e outro validado, verificando se têm a percepção similar da análise de competitividade.
- Avaliar a aplicação dos resultados obtidos neste trabalho junto aos outros complexo eólico no Brasil.
- A principal limitação verificada na metodologia proposta no trabalho, refere-se à obtenção das respostas em relação à pesquisa de campo, e o acesso a empresa do estudo de caso.
- Perspectivas de desenvolver estudos envolvendo a energia eólica, convertendo em H2, com potencialidade para o armazenamento da nova energia, observando as possibilidades de deslocamentos via transportes rodoviários e ferroviários para outras regiões, principalmente para grandes centros consumidores.
- Sugerir propostas estruturantes para o melhor desenvolvimento da energia eólica no Nordeste.
- Fazer uma pesquisa de análise fatorial exploratória (AFE), que é uma técnica dentro da análise fatorial cujo objetivo abrangente é identificar as relações subjacentes entre as variáveis medidas. A AFE é uma técnica estatística que estuda correlações entre muitas variáveis agrupando-as em fatores.

## REFERÊNCIAS

ABEEOLICA. BOLETIM ANUAL DE GERAÇÃO EÓLICA 2018, SÃO PAULO, BRASIL, 2018.

ABEEOLICA. BOLETIM ANUAL DE GERAÇÃO EÓLICA 2019, SÃO PAULO, BRASIL, 2019.

ABEEOLICA. BOLETIM ANUAL DE GERAÇÃO EÓLICA 2019, SÃO PAULO, BRASIL, 2020.

ABEEOLICA. BOLETIM ANUAL DE GERAÇÃO EÓLICA 2022, SÃO PAULO, BRASIL, 2023.

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - MAPEAMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA INDÚSTRIA EÓLICA BRASILEIRA. 152 PÁGINAS. MATERIAL DISTRIBUÍDO NO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA, RIO DE JANEIRO, 23 A 26 DE AGOSTO DE 2014.

ADEMULEGUN, O. O. et al. Energy storage on a distribution network for self-consumption of wind energy and market value. **Energies**, v. 13, n. 11, 2020.

AGRA NETO, J. et al. Evolution and perspectives of the wind energy sector in Brazil: Analysis of the main productive states. **Revista em Agronegocio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 4, p. 1409–1432, 2020.

AHN, D. et al. Comparative evaluation of different offshore wind turbine installation vessels for Korean west–south wind farm. **International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering**, v. 9, n. 1, p. 45–54, 1 jan. 2017.

ALAM, A. et al. R&D investment, firm performance and moderating role of system and safeguard: Evidence from emerging markets. **Journal of Business Research**, v. 106, p. 94–105, jan. 2020.

ALAZEMI, J.; ANDREWS, J. **Automotive hydrogen fuelling stations: An international review** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Elsevier Ltd, , ago. 2015a.

ALAZEMI, J.; ANDREWS, J. **Automotive hydrogen fuelling stations: An international review** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Elsevier Ltd, , 1 ago. 2015b.

ALBERTO ANJOLETTO MACEDO, C.; APARECIDO DE ALBUQUERQUE, A.; FERNANDO MORALLES, H. Analysis of economic and financial viability and risk evaluation of a wind project with Monte Carlo simulation Análise de viabilidade econômico-financeira de um projeto eólico com simulação Monte Carlo e avaliação de risco. v. 4, p. 731–744, 2017.

ALBUQUERQUE, C. C. B. DE et al. Panorama da energia eólica sob a perspectiva dos impactos ambientais no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 14, p. 697–712, 31 dez. 2019.

ALEXANDRE, J. et al. Combining wind and solar energy sources: Potential for hybrid

power generation in Brazil. 2020.

AQUILA, G. et al. Wind power generation: An impact analysis of incentive strategies for cleaner energy provision in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 137, p. 1100–1108, 2016.

ASTARIZ, S. et al. Co-located wind-wave farm synergies (Operation & Maintenance): A case study. **Energy Conversion and Management**, v. 91, p. 63–75, 2015.

ASTARIZ, S.; IGLESIAS, G. **Enhancing marine energy competitiveness: Economic assessment of a co-located wave-wind energy farm**. Progress in Renewable Energies Offshore - Proceedings of 2nd International Conference on Renewable Energies Offshore, RENEW 2016. **Anais...**2016a

ASTARIZ, S.; IGLESIAS, G. Selecting optimum locations for co-located wave and wind energy farms. Part II: A case study. **Energy Conversion and Management**, v. 122, p. 599–608, ago. 2016b.

ASTARIZ, S.; IGLESIAS, G. Selecting optimum locations for co-located wave and wind energy farms. Part I: The Co-Location Feasibility index. **Energy Conversion and Management**, v. 122, p. 589–598, ago. 2016c.

ASTIASO GARCIA, D.; GROPPPI, D.; TAVAKOLI, S. Developing and testing a new tool to foster wind energy sector industrial skills. **Journal of Cleaner Production**, v. 282, p. 124549, 1 fev. 2021.

AZEVEDO, S. G.; SANTOS, M.; ANTÓN, J. R. Biomass and Bioenergy Supply chain of renewable energy: A bibliometric review approach. **Biomass and Bioenergy**, v. 126, n. April, p. 70–83, 2019.

BAIN, J. S. **ECONOMIES OF SCALE, CONCENTRATION, AND THE CONDITION OF ENTRY IN TWENTY MANUFACTURING INDUSTRIES**. [s.l: s.n.].

BALTAZAR, J. E. et al. Future scenarios and trends in energy generation in Brazil: supply and demand and mitigation forecasts. 2014.

BARBOSE, G. et al. A retrospective analysis of benefits and impacts of U.S. renewable portfolio standards. **Energy Policy**, v. 96, p. 645–660, set. 2016.

BAYER, B. Experience with auctions for wind power in Brazil. 2017.

BAYER, B. et al. The Brazilian experience with auctions for wind power: An assessment of project delays and potential mitigation measures. 2018.

BAYER, B.; BERTHOLD, L.; MORENO RODRIGO DE FREITAS, B. The Brazilian experience with auctions for wind power: An assessment of project delays and potential mitigation measures. **Energy Policy**, v. 122, p. 97–117, 1 nov. 2018.

BISTLINE, J. E. Economic and technical challenges of flexible operations under large-scale variable renewable deployment. **Energy Economics**, v. 64, p. 363–372, maio

2017.

BLAIR, M. J.; MABEE, W. E. Evaluation of technology, economics and emissions impacts of community-scale bioenergy systems for a forest-based community in Ontario. **Renewable Energy**, v. 151, p. 715–730, 1 maio 2020.

BOETTKE, P. J.; CANDELA, R. A. The Austrian School of Economics: A view from London. **Review of Austrian Economics**, v. 33, n. 1–2, p. 69–85, mar. 2020.

BOLINGER, M.; WISER, R. Wind power price trends in the United States: Struggling to remain competitive in the face of strong growth. **Energy Policy**, v. 37, n. 3, p. 1061–1071, mar. 2009.

BORGES, A. C. P. et al. Renewable energy: a contextualization of the biomass as power supply. **REDE: Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 02, p. 23–36, 2016.

BRAGA, C. F. G. V.; BRAGA, L. V. Desafios da energia no Brasil: panorama regulatório da produção e comercialização do biodiesel. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 10, p. 751–762, 2012.

BRANNSTROM, C. et al. Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 62–71, 1 jan. 2017.

BROUWER, J. On the role of fuel cells and hydrogen in a more sustainable and renewable energy future. **Current Applied Physics**, v. 10, n. 2 SUPPL., mar. 2010.

BRUCHÊZ, A. et al. Análise da utilização do estudo de caso qualitativo e triangulação na Brazilian Business Review. **Revista ESPACIOS | Vol. 37 (Nº 05) Año 2016**, 27 fev. 2016.

CAI, W.; LI, G. The drivers of eco-innovation and its impact on performance: Evidence from China. **Journal of Cleaner Production**, v. 176, p. 110–118, 2018.

CASTILLO-VERGARA, M.; ALVAREZ-MARIN, A.; PLACENCIO-HIDALGO, D. A bibliometric analysis of creativity in the field of business economics. **Journal of Business Research**, v. 85, p. 1–9, 1 abr. 2018.

CÉSAR, A. DA S.; BATALHA, M. O. Análise dos direcionadores de competitividade sobre a cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona. **Production**, v. 21, n. 3, p. 484–497, 2011.

CHANG, V. et al. The market challenge of wind turbine industry-renewable energy in PR China and Germany. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 166, p. 120631, 1 maio 2021.

CHAURASIYA, P. K.; WARUDKAR, V.; AHMED, S. **Wind energy development and policy in India: A review** *Energy Strategy Reviews*, 2019.

CHERRAFI, A. et al. Lean, green practices and process innovation: A model for green

supply chain performance. **International Journal of Production Economics**, v. 206, p. 79–92, 1 dez. 2018.

CHIU, C. N. Leveraging competitiveness to develop optimal strategies: evidence from the restaurant industry. **Competitiveness Review**, 2021.

CHU, Z. et al. Institutional theory and environmental pressures: The moderating effect of market uncertainty on innovation and firm performance. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 65, n. 3, p. 392–403, 1 ago. 2018.

CORRÊA DA SILVA, R.; DE MARCHI NETO, I.; SILVA SEIFERT, S. **Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016.

CORTINA, J. M. What Is Coefficient Alpha? An Examination of Theory and Applications. **Journal of Applied Psychology**, v. 78, n. 1, p. 98–104, 1993.

COSTANZA, R. et al. Modelling and measuring sustainable wellbeing in connection with the UN Sustainable Development Goals. **Ecological Economics**, v. 130, p. 350–355, out. 2016.

COUTINHO, L. G.; FERRAZ, J. O. Estudo da competitividade da indústria brasileira. [s.l: s.n.].

DA SILVA JUNIOR, S. H. A. et al. Validade e confiabilidade do índice de capacidade para o trabalho (ICT) em trabalhadores de enfermagem. **Cadernos de Saude Publica**, v. 27, n. 6, p. 1077–1087, 2011.

DAMÁSIO, B. F. Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. **Avaliação Psicológica**, v. 11, n. 2, p. 213–228, 2012.

DAS, T.; KRISHNAN, V.; MCCALLEY, J. D. Assessing the benefits and economics of bulk energy storage technologies in the power grid. **Applied Energy**, v. 139, p. 104–118, fev. 2015.

DE ASSIS TAVARES, L. F. et al. Assessment of the offshore wind technical potential for the Brazilian Southeast and South regions. **Energy**, v. 196, 1 abr. 2020.

DE JONG, P. et al. Solar and wind energy production in relation to the electricity load curve and hydroelectricity in the northeast region of Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 23, p. 526–535, 2013.

DE JONG, P. et al. Integrating large scale wind power into the electricity grid in the Northeast of Brazil. **Energy**, v. 100, p. 401–415, 1 abr. 2016.

DE JONG, P. et al. Forecasting high proportions of wind energy supplying the Brazilian Northeast electricity grid. **Applied Energy**, v. 195, p. 538–555, jun. 2017.

DELARUE, E. D.; LUICKX, P. J.; D'HAESELEER, W. D. The actual effect of wind power on overall electricity generation costs and CO2 emissions. **Energy Conversion and Management**, v. 50, n. 6, p. 1450–1456, jun. 2009.

DELLANO-PAZ, F. et al. **The European low-carbon mix for 2030: The role of renewable energy sources in an environmentally and socially efficient approach***Renewable and Sustainable Energy Reviews*Elsevier Ltd, , 1 ago. 2015.

DING, J. et al. Value and economic estimation model for grid-scale energy storage in monopoly power markets. **Applied Energy**, v. 240, p. 986–1002, abr. 2019.

DIÓGENES, J. R. F. et al. **Barriers to onshore wind energy implementation: A systematic review***Energy Research and Social Science*Elsevier Ltd, , 1 fev. 2020.

DIUANA, F. A.; VIVIESCAS, C.; SCHAEFFER, R. An analysis of the impacts of wind power penetration in the power system of southern Brazil. 2019.

DO VALLE COSTA, C.; LA ROVERE, E.; ASSMANN, D. Technological innovation policies to promote renewable energies: Lessons from the European experience for the Brazilian case. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 12, n. 1, p. 65–90, 1 jan. 2008.

DONG, K.; SUN, R.; DONG, X. CO2 emissions, natural gas and renewables, economic growth: Assessing the evidence from China. **Science of the Total Environment**, v. 640–641, p. 293–302, 2018.

DONHA, R.; GUIMARÃES, M. R. N. Organizational factors and technological innovation in products engineered to order for the wind energy market. **Wind Engineering**, v. 45, n. 3, p. 569–588, 1 jun. 2021.

DOU, Z. et al. The Competitiveness of Manufacturing and Its Driving Factors: A Case Study of G20 Participating Countries. 2021.

DROBYAZKO, S. **INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP MODELS IN THE MANAGEMENT SYSTEM OF ENTERPRISE COMPETITIVENESS***Journal of Entrepreneurship Education*. [s.l: s.n.].

DUBEY, R. et al. Empirical investigation of data analytics capability and organizational flexibility as complements to supply chain resilience. **International Journal of Production Research**, v. 0, n. 0, p. 1–19, 2019.

DUREN, E.; MARTIN, L.; WESTGREN, R. Assessing the Competitiveness of Canada's Agrifood Industry. **Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie**, v. 39, n. 4, p. 727–738, 1 dez. 1991.

DUTRA, R. M.; SZKLO, A. S. A Energia Eólica no Brasil: Proinfa e o Novo Modelo do Setor Elétrico. [s.d.].

ELIA, A. et al. Wind turbine cost reduction: A detailed bottom-up analysis of innovation drivers. **Energy Policy**, v. 147, n. October, 2020.

**EPE**. . Rio de Janeiro: [s.n.].

EZAR NADALETI, W. C.; BORGES DOS SANTOS, G.; ALVES LOURENÇO, V. Integration of renewable energies using the surplus capacity of wind farms to generate H<sub>2</sub> and electricity in Brazil and in the Rio Grande do Sul state: energy planning and avoided emissions within a circular economy. 2020.

FARGANI, H.; CHEUNG, W. M.; HASAN, R. Ranking of factors that underlie the drivers of sustainable manufacturing based on their variation in a sample of UK manufacturing plants. **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, v. 32, n. 3, p. 297–311, 2018.

FERRAZ DE ANDRADE SANTOS, J. A. et al. Combining wind and solar energy sources: Potential for hybrid power generation in Brazil. **Utilities Policy**, v. 67, p. 101084, 1 dez. 2020.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria. **Rio de Janeiro: Campus**, n. August 2018, p. 386, 1995.

FERREIRA, C. W. Niterói 2017. 2017.

FIELD, A. **Descobrimo a Estatística usando o SPSS**. [s.l: s.n.].

FOGARASI, S.; CORMOS, C.-C. Technico-economic assessment of coal and sawdust co-firing power generation with CO<sub>2</sub> capture. **Journal of Cleaner Production**, v. 103, p. 140–148, set. 2015.

FREY, M.; SQUILLACE, R. Wind power industry in Italy: State and competitiveness factors. An adjusted diamond model approach | L'eolico in Italia: Stato del settore e competitività secondo il modello a Diamante di Porter. **Economics and Policy of Energy and the Environment**, n. 3, p. 61–86, 2010.

GALLAGHER, J. et al. Adapting Stand-Alone Renewable Energy Technologies for the Circular Economy through Eco-Design and Recycling. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 133–140, 1 fev. 2019.

GAO, C. et al. A bibliometric analysis based review on wind power price. **Applied Energy**, v. 182, n. 301, p. 602–612, 2016.

GAUTAM, P. An overview of the Web of Science record of scientific publications (2004–2013) from Nepal: focus on disciplinary diversity and international collaboration. **Scientometrics**, v. 113, n. 3, p. 1245–1267, 2017.

GIANNAKOPOULOU, E. **The Power Transition – Trends and the Future**. [s.l: s.n.].

GÓES, M. DE F. B. et al. Wind power projects in Brazil: challenges and opportunities increasing co-benefits and implications for climate and energy policies. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1–27, 5 mar. 2021.

GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, M. A.; MONTAÑÉS, A.; OLMOS, L. Towards a sustainable energy scenario? A worldwide analysis. **Energy Economics**, v. 87, p. 104738, 1 mar. 2020.

GONZALEZ-SALAZAR, M.; POGANIETZ, W. R. Evaluating the complementarity of solar, wind and hydropower to mitigate the impact of El Niño Southern Oscillation in Latin America. **Renewable Energy**, v. 174, p. 453–467, 1 ago. 2021.

GWEC. **Global Wind Report 2018**. Bruxelas: [s.n.].

HAGUENAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 16, n. 1, p. 146–176, 2012a.

HAGUENAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 16, n. 1, p. 146–176, 2012b.

HAMDAN, A. et al. **A review on the micro energy harvester in Structural Health Monitoring (SHM) of biocomposite material for Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) system: A Malaysia perspective** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Elsevier Ltd, , 2014.

HAN, Q.; ABUDUREYIMU, A. **Opportunities and challenges of wind power generation in China**. *Applied Mechanics and Materials*. **Anais...**2014

HAUSER, E.; WERN, B. The role of bioenergy in the German “Energiewende”—whose demands can be satisfied by bioenergy? **Energy, Sustainability and Society**, v. 6, n. 1, p. 35, dez. 2016.

HEDEGAARD, K. et al. Wind power integration using individual heat pumps - Analysis of different heat storage options. **Energy**, v. 47, n. 1, p. 284–293, 2012.

HERMUNSDOTTIR, F.; ASPELUND, A. Sustainability innovations and firm competitiveness: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 280, 2021a.

HERMUNSDOTTIR, F.; ASPELUND, A. **Sustainability innovations and firm competitiveness: A review** *Journal of Cleaner Production* Elsevier Ltd, , 20 jan. 2021b.

HERRERA, M. M.; DYNER, I.; COSENZ, F. Assessing the effect of transmission constraints on wind power expansion in northeast Brazil. **Utilities Policy**, v. 59, n. August 2019, p. 1–35, 2019.

HIMRI, Y. et al. **Wind power potential assessment for three locations in Algeria** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Elsevier Ltd, , 2008.

HIRTH, L. The Optimal Share of Variable Renewables: How the Variability of Wind and Solar Power affects their Welfare-optimal Deployment. **The Energy Journal**, v. 36, n. 1, 2015.

HÜBLER, C. et al. Influence of structural design variations on economic viability of offshore wind turbines: An interdisciplinary analysis. **Renewable Energy**, v. 145, p. 1348–1360, jan. 2020.

HUNT., J. D.; STILPEN, D.; DE FREITAS, M. A. V. A review of the causes, impacts and solutions for electricity supply crises in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 88, n. October 2017, p. 208–222, 2018.

IRFAN, M. et al. Critical factors influencing wind power industry: A diamond model based study of India. **Energy Reports**, v. 5, n. November 2019, p. 1222–1235, 2019<sup>a</sup>.

IRFAN, M. et al. Critical factors influencing wind power industry: A diamond model based study of India. **Energy Reports**, v. 5, p. 1222–1235, nov. 2019<sup>b</sup>.

IRFAN, M. et al. Competitive assessment of Indian wind power industry: A five forces model. **Journal of Renewable and Sustainable Energy**, v. 11, n. 6, nov. 2019<sup>c</sup>.

IRFAN, M. et al. Competitive assessment of South Asia's wind power industry: SWOT analysis and value chain combined model. **Energy Strategy Reviews**, v. 32, n. August, p. 100540, 2020<sup>a</sup>.

IRFAN, M. et al. Competitive assessment of South Asia's wind power industry: SWOT analysis and value chain combined model. **Energy Strategy Reviews**, v. 32, p. 100540, 1 nov. 2020<sup>b</sup>.

JAHANGIR, M. H.; CHERAGHI, R. Sustainable Energy Technologies and Assessments 42 (2020) 100895 Economic and environmental assessment of solar-wind-biomass hybrid renewable energy system supplying rural settlement load. 2020.

JEDLICKOVA, B. BEYOND\_THE\_ECONOMIC\_APPROACH\_W.PDF. **University of Queensland law journal**, v. 37, n. 1, p. 42–55, 2018.

JENNICHES, S.; WORRELL, E.; FUMAGALLI, E. Regional economic and environmental impacts of wind power developments: A case study of a German region. **Energy Policy**, v. 132, p. 499–514, 2019.

JOSELIN HERBERT, G. M. et al. A review of wind energy technologies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 11, n. 6, p. 1117–1145, ago. 2007.

JÜLCH, V. Comparison of electricity storage options using levelized cost of storage (LCOS) method. **Applied Energy**, v. 183, p. 1594–1606, dez. 2016.

KIM, Y.; JANG, S. N.; LEE, J. L. Co-occurrence network analysis of keywords in geriatric frailty. **Journal of Korean Academy of Community Health Nursing**, v. 29, n. 4, p. 429–439, dez. 2018.

KSENIA, C.; RIFFAT, S.; JIE, Z. **An overview of renewable energy policies and regulations in People's Republic of China**. IET Conference Publications. **Anais...**2010

KUPFER, D. Padrões de concorrência e competitividade. n. December, 2015.

KUPFER, P. D. A política industrial do século XXI. 2012.

LACAL-ARÁNTGUI, R. Globalization in the wind energy industry: contribution and economic impact of European companies. **Renewable Energy**, v. 134, p. 612–628, 2019.

LAM, L. T.; BRANSTETTER, L.; AZEVEDO, I. M. L. China's wind industry: Leading in deployment, lagging in innovation. **Energy Policy**, v. 106, p. 588–599, 2017.

LAPPE, M.; SPANG, K. Investments in project management are profitable: A case study-based analysis of the relationship between the costs and benefits of project management. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 4, p. 603–612, maio 2014.

LAZARO, L. L. B.; GREMAUD, A. P. CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS PROJETOS DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO NA AMÉRICA LATINA. **Organizações & Sociedade**, v. 24, n. 80, p. 53–72, mar. 2017.

LE DUIGOU, A. et al. Hydrogen pathways in France: Results of the HyFrance3 Project. **Energy Policy**, v. 62, p. 1562–1569, nov. 2013.

LEE, J. Y. et al. Life cycle cost analysis to examine the economical feasibility of hydrogen as an alternative fuel. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 34, n. 10, p. 4243–4255, maio 2009.

LI, C.-B. et al. Comprehensive assessment of flexibility of the wind power industry chain. **Renewable Energy**, v. 74, p. 18–26, 2015.

LI, H. et al. Path selection for wind power in China: Hydrogen production or underground pumped hydro energy storage? **Journal of Renewable and Sustainable Energy**, v. 13, n. 3, p. 035901, 21 jun. 2021.

LIM, B. T. H. et al. Mathematical Models for Predicting Organizational Flexibility of Construction Firms in Singapore. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 3, p. 361–375, 2012.

LIMA, E. C. DE; SANTOS, I. A.; MOIZINHO, L. C. S. Energia Eólica No Brasil: Oportunidades E Limitações Para O Desenvolvimento Sustentável. **Revista Estudo & Debate**, v. 25, n. 1, p. 216–236, 2018.

LINNEMANN, J.; STEINBERGER-WILCKENS, R. Realistic costs of wind-hydrogen vehicle fuel production. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 32, n. 10–11, p. 1492–1499, jul. 2007a.

LINNEMANN, J.; STEINBERGER-WILCKENS, R. Realistic costs of wind-hydrogen vehicle fuel production. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 32, n. 10–11, p. 1492–1499, 1 jul. 2007b.

LINS, M. E. et al. Performance assessment of Alternative Energy Resources in Brazilian power sector using Data Envelopment Analysis. **Renewable and**

**Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 1, p. 898–903, jan. 2012.

LIU, S. Y.; HO, Y. F. **Wind energy applications for Taiwan buildings: What are the challenges and strategies for small wind energy systems exploitation?** **Renewable and Sustainable Energy Reviews** Elsevier Ltd, , jun. 2016.

LIU, W.; TANG, B.; JIANG, Y. **Status and problems of wind turbine structural health monitoring techniques in China** **Renewable Energy** Pergamon, , 1 jul. 2010.

LÓPEZ PROL, J.; STEININGER, K. W.; ZILBERMAN, D. The cannibalization effect of wind and solar in the California wholesale electricity market. **Energy Economics**, v. 85, 1 jan. 2020.

LOY-BENITEZ, J. et al. Techno-economic assessment and smart management of an integrated fuel cell-based energy system with absorption chiller for power, hydrogen, heating, and cooling in an electrified railway network. **Energy**, v. 233, p. 121099, 15 out. 2021.

LUBBERINK, R. et al. Lessons for responsible innovation in the business context: A systematic literature review of responsible, social and sustainable innovation practices. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 5, 2017.

MABEE, W. E.; MANNION, J.; CARPENTER, T. Comparing the feed-in tariff incentives for renewable electricity in Ontario and Germany. **Energy Policy**, v. 40, n. 1, p. 480–489, 2012.

MACHADO-DA-SILVA, C. L.; BARBOSA, S. DE L. Estratégia, fatores de competitividade e contexto de referência das organizações: uma análise arquetípica. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 6, n. 3, p. 7–32, dez. 2002.

MADLENER, R.; LATZ, J. Economics of centralized and decentralized compressed air energy storage for enhanced grid integration of wind power. **Applied Energy**, v. 101, p. 299–309, jan. 2013.

MARIOTTO, F. L. O Conceito de Competitividade. **Revista de Administração de Empresas**, v. 31, n. 2, p. 37–52, 1991.

MARQUES, R. S. et al. Wind power and competitiveness: A bibliometric analysis. **Informacao e Sociedade**, v. 30, n. 2, p. 1–37, 2020.

MARTINS, L. O. S. et al. Supply Chain Management of Biomass for Energy Generation: A Critical Analysis of Main Trends. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 13, p. 253, ago. 2019.

MARTINS, R. et al. REFLEXÕES CRÍTICAS SOBRE A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA DE POLÍTICA INDUSTRIAL NO SETOR EÓLICO. **Eólica | BNDES Setorial**, v. 47, p. 163–220, [s.d.].

MARTINS, R. et al. **REFLEXÕES CRÍTICAS SOBRE A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA DE POLÍTICA INDUSTRIAL NO SETOR EÓLICO** **Eólica | BNDES Setorial**. [s.l.]

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15360>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

MASON, E. S. The Current Status of the Monopoly Problem in the United States. **Harvard Law Review**, v. 62, 1948.

MESCHEDE, H.; CHILD, M.; BREYER, C. Assessment of sustainable energy system configuration for a small Canary island in 2030. **Energy Conversion and Management**, v. 165, p. 363–372, jun. 2018.

MESTRADO, P. DE; MPA, A. In: *Insper Instituto de Ensino e Pesquisa*. p. 0–67, 2013.

MIRZAEI, M. et al. **Model based active power control of a wind turbine**. Proceedings of the American Control Conference. **Anais...Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.**, 2014

MOHSIN, M.; RASHEED, A. K.; SAIDUR, R. Economic viability and production capacity of wind generated renewable hydrogen. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 43, n. 5, p. 2621–2630, fev. 2018.

MONTERO-DÍAZ, J. et al. A science mapping analysis of ‘Communication’ WoS subject category (1980-2013). **Comunicar**, v. 26, n. 55, p. 81–91, 1 abr. 2018.

MONTOBBIO, F.; RAMPA, F. The impact of technology and structural change on export performance in nine developing countries. **World Development**, v. 33, n. 4, p. 527–547, 1 abr. 2005.

NI, G. et al. Influence mechanism of organizational flexibility on enterprise competitiveness: The mediating role of organizational innovation. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 1, p. 1–23, 2021.

NIU, D. et al. **The research on the development of wind power and wind industry in china(45)**. [s.l: s.n.]. v. 209–211

NOGUEIRA, L. P. P. Estado atual e perspectivas futuras para a indústria eólica no Brasil. p. 154, 2011.

NTANOS, S. et al. Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from European Countries. **Sustainability**, v. 10, n. 8, p. 2626, jul. 2018.

ODAM, N.; DE VRIES, F. P. Innovation modelling and multi-factor learning in wind energy technology. **Energy Economics**, v. 85, jan. 2020.

ORESTES, M. et al. Regulation for offshore wind power development in Brazil. 2020.

OROZCO, F. A. et al. Modeling Competitiveness Factors and Indexes for Construction Companies: Findings of Chile. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 4, abr. 2014.

OYATERU, D. **The Learning Organisation and Competitive Advantage: A study of the service sector**. [s.l: s.n.].

PAHLOW, M.; MÖHRLIN, C.; JØRGENSEN, J. U. Application of cost functions for large scale integration of wind power using a multi-scheme ensemble prediction technique. In: **Energy Research Developments: Tidal Energy, Energy Efficiency and Solar Energy**. [s.l.] Nova Science Publishers, Inc., 2009. p. 335–363.

PARAST, M. M. The impact of R&D investment on mitigating supply chain disruptions: Empirical evidence from U.S. firms. **International Journal of Production Economics**, v. 227, set. 2020.

PEGELS, A.; LLTKENHORST, W. Is Germany's Energy Transition a Case of Successful Green Industrial Policy? Contrasting Wind and Solar PV. **SSRN Electronic Journal**, 9 jul. 2014.

PEGELS, A.; LÜTKENHORST, W. Is Germany's energy transition a case of successful green industrial policy? Contrasting wind and solar PV. **Energy Policy**, v. 74, n. C, p. 522–534, 2014.

PEIDONG, Z. et al. Opportunities and challenges for renewable energy policy in China. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 2, p. 439–449, fev. 2009.

PEPPARD, J.; WARD, J. Beyond strategic information systems: towards an IS capability. **Strategic Information Systems**, v. 13, n. 1, p. 167–194, 2004.

**PESQUISA QUALITATIVA TIPOS FUNDAMENTAIS \* Arilda Schmidt Godoy PALAVRAS-CHAVE.** . [s.l: s.n.].

PICOLO, A. P.; BÜHLER, A. J.; RAMPINELLI, G. A. Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, p. 01–13, 2014.

PINSON, P. et al. Non-parametric Probabilistic Forecasts of Wind Power: Required Properties and Evaluation. 2007.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente e Agua**, v. 12, n. 6, p. 1082–1100, 2017.

PORTER, M. **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

PORTER, M. What is strategy. **Harvard Business Review**, v. 8, n. 4, p. 119–154, 1996.

PURKUS, A. et al. **Contributions of flexible power generation from biomass to a secure and cost-effective electricity supply—a review of potentials, incentives and obstacles in Germany** *Energy, Sustainability and Society* Springer Verlag, , dez. 2018.

QIN, S. Information technology strategy implementation based on differentiated competition on manufacturing enterprises in China. **2011 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce, AIMSEC 2011 - Proceedings**, p. 2155–2158, 2011.

RAMOS, V.; IGLESIAS, G. Wind Power Viability on a Small Island. **International Journal of Green Energy**, v. 11, n. 7, p. 741–760, ago. 2014.

REICHELSTEIN, S.; SAHOO, A. Time of day pricing and the levelized cost of intermittent power generation. **Energy Economics**, v. 48, p. 97–108, mar. 2015.

REN21. **Renewables 2020 Global Status Report**. [s.l: s.n.].

REZAEI, M.; NAGHDI-KHOZANI, N.; JAFARI, N. Wind energy utilization for hydrogen production in an underdeveloped country: An economic investigation. **Renewable Energy**, v. 147, p. 1044–1057, mar. 2020.

RITA, A.; FREITAS, P. DE. Energia Eólica e Mudança Climática: Estratégias dos Integrantes da Cadeia De Suprimento. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 11, n. 2, p. 329–352, 2015.

SADORSKY, P. Wind energy for sustainable development: Driving factors and future outlook. 2020.

SAFDARNEJAD, S. M.; HEDENGREN, J. D.; BAXTER, L. L. Plant-level dynamic optimization of Cryogenic Carbon Capture with conventional and renewable power sources. **Applied Energy**, v. 149, p. 354–366, jul. 2015.

SHERIF, S. A.; BARBIR, F.; VEZIROGLU, T. N. Wind energy and the hydrogen economy-review of the technology. **Solar Energy**, v. 78, n. 5, p. 647–660, 1 maio 2005.

SHI, D. Analysis of China's Renewable Energy Development under the Current Economic and Technical Circumstances. **China & World Economy**, v. 17, n. 2, p. 94–109, mar. 2009.

SILVA, N. F. DA et al. Wind energy in Brazil: From the power sector's expansion crisis model to the favorable environment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 22, p. 686–697, jun. 2013.

SILVA, S. S. F. DA et al. Complementaridade Hidro Eólica: Desafios E Perspectivas Para O Planejamento Energético Nacional. **Holos**, v. 6, p. 32, 2015.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 77, p. 99–116, 2013.

SOAM, S. et al. Global warming potential and energy analysis of second generation ethanol production from rice straw in India. **Applied Energy**, v. 184, p. 353–364, dez. 2016.

SOUZA, G. H. S. DE et al. Gestão energética e inovação sustentável: a formação de preço da energia eólica no estado do rio grande do norte. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 11, n. 3, p. 255–280, 1 jul. 2014.

STOYANOVA, T.; ANGELOVA, M. Impact of the Internal Factors on the

Competitiveness of Business Organizations. **International Conference on High Technology for Sustainable Development, HiTech 2018 - Proceedings**, p. 2018–2020, 2018.

TAN, Y. et al. Re1. Tan Y, Asce AM, Bin Xue ;, Cheung YT. Relationships between Main Contractors and Subcontractors and Their Impacts on Main Contractor Competitiveness: An Empirical Study in Hong Kong. 2017 [cited 2021 Jan 28]; Available from: <http://orcid.org/0000-0000>. 2017.

TEIXEIRA, F.; GUERRA, O. A competitividade na cadeia de suprimento da indústria de petróleo no Brasil. **R. Econ. contemp.**, v. 7, n. 2, p. 263–288, 2003.

THOMAS, H.; POLLOCK, T. From I-O Economics' S-C-P Paradigm Through Strategic Groups to Competence-Based Competition: Reflections on the Puzzle of Competitive Strategy. **British Journal of Management**, v. 10, n. 2, p. 127–140, jun. 1999.

THRAMBOULIDIS, K.; VACHTSEVANOU, D. C.; SOLANOS, A. **Cyber-physical microservices: An IoT-based framework for manufacturing systems**. Proceedings - 2018 IEEE Industrial Cyber-Physical Systems, ICPS 2018. **Anais...**Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 15 jun. 2018Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8387665/>>. Acesso em: 4 fev. 2021

TIMILSINA, G. R.; CORNELIS VAN KOOTEN, G.; NARBEL, P. A. Global wind power development: Economics and policies. **Energy Policy**, v. 61, p. 642–652, out. 2013.

TORO, R. et al. Empirical Analysis of Cronbach's Alpha Coefficient as a Function of Question Response Options, Sample Size and Outliers. **Revista Iberoamericana de Diagnostico y Evaluacion Psicologica**, v. 63, n. 2, p. 17–30, 2022.

TROCHE-ESCOBAR, J. A.; LEPIKSON, H. A.; FREIRES, F. G. M. A study of supply chain risk in the Brazilian Wind power projects by interpretive structural modeling and MICMAC analysis. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 10, 27 set. 2018.

TWOMEY, P.; NEUHOFF, K. Wind power and market power in competitive markets. **Energy Policy**, v. 38, n. 7, p. 3198–3210, jul. 2010.

VARGAS, S. A. et al. **Wind power generation: A review and a research agenda****Journal of Cleaner Production**Elsevier Ltd, , 1 maio 2019.

VASCONCELOS, F. C.; CYRINO, Á. B. Vantagem competitiva: os modelos teóricos atuais e a convergência entre estratégia e teoria organizacional. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 4, p. 20–37, dez. 2000.

VEGA-JURADO, J.; GUTIÉRREZ-GRACIA, A.; FERNÁNDEZ-DE-LUCIO, I. Does external knowledge sourcing matter for innovation? Evidence from the Spanish manufacturing industry. **Industrial and Corporate Change**, v. 18, n. 4, p. 637–670, 1 ago. 2009.

VENTURA-LEÓN, J.; PEÑA-CALERO, B. N. The world should not revolve around cronbach's alpha  $\geq .70$ . **Adicciones**, v. 33, n. 4, p. 369–372, 2021.

WALTMAN, L.; VAN ECK, N. J. A new methodology for constructing a publication-level classification system of science. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 63, n. 12, p. 2378–2392, dez. 2012.

WANG, N. et al. **A meta-frontier DEA approach to efficiency comparison of carbon reduction technologies on project level** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Elsevier Ltd, , fev. 2018.

WANG, Y. Renewable electricity in Sweden: An analysis of policy and regulations. **Energy Policy**, v. 34, n. 10, p. 1209–1220, jul. 2006a.

WANG, Y. Renewable electricity in Sweden: An analysis of policy and regulations. **Energy Policy**, v. 34, n. 10, p. 1209–1220, 1 jul. 2006b.

XU, J. H.; FAN, Y.; YU, S. M. Energy conservation and CO<sub>2</sub> emission reduction in China's 11th Five-Year Plan: A performance evaluation. **Energy Economics**, v. 46, p. 348–359, nov. 2014.

YUAN, R. et al. The impact of the expansion in non-fossil electricity infrastructure on China's carbon emissions. **Applied Energy**, v. 228, p. 1994–2008, 2018.

ZÁKHIA, E. M. S. et al. Climate Change's Impacts in a Watershed in the South of the Minas Gerais State. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 4, p. 667–681, 2021.

ZHANG, C. et al. Opportunistic maintenance strategy for wind turbines considering weather conditions and spare parts inventory management. **Renewable Energy**, v. 133, n. April 2019, p. 703–711, 2019.

ZHANG, J.; TAN, L. **Wind speed forecasting based on variable weight combination forecasting model of neural network and grey model**. Applied Mechanics and Materials. **Anais...2012**

ZHANG, S. **International competitiveness of China's wind turbine manufacturing industry and implications for future development** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ago. 2012.

ZHAO, D.; STROTMANN, A. Analysis and Visualization of Citation Networks. **Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services**, v. 7, n. 1, p. 1–207, 7 fev. 2015.

ZHAO, Z. Y.; HU, J.; ZUO, J. Performance of wind power industry development in China: A Diamond Model study. **Renewable Energy**, v. 34, n. 12, p. 2883–2891, 1 dez. 2009.

ZIMMERMAN, M. G.; REAMES, T. G. **Where the wind blows: Exploring barriers and opportunities to renewable energy development on United States tribal lands** *Energy Research and Social Science* Elsevier Ltd, , 1 fev. 2021.

ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429–472, 22 jul. 2015.

ZWARTEVEEN, J. W. et al. **Barriers and drivers of the global imbalance of wind energy diffusion: A meta-analysis from a wind power Original Equipment Manufacturer perspective** *Journal of Cleaner Production* Elsevier Ltd, , 25 mar. 2021.

**APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido para realização das entrevistas**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Transição energética no Brasil: elaboração de um instrumento de análises e diagnóstico dos fatores de competitividade da cadeia de suprimentos das energias renováveis”, conduzida pelo pesquisador/doutorando Rogério Santos Marques, sob a orientação do Professor Francisco Gaudêncio Mendonça Freires.

Nesta pesquisa, o objetivo geral do presente estudo é elaborar um instrumento de análises de competitividade para a Cadeia de Suprimentos das energias renováveis e analisar como pode influenciar a eficácia e eficiência destas cadeias.

Sua participação nesta pesquisa consistirá na cooperação em entrevista, a ser realizada pelo pesquisador Rogério Santos Marques, a respeito do tema da tese. As informações obtidas serão utilizadas exclusivamente para os fins acadêmicos e científicos, servindo como embasamento para a elaboração da tese e de possíveis artigos técnicos e outras produções intelectuais geradas pelo referido pesquisador no Programa de Doutorado em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia. A participação neste estudo não acarreta custos, nem implica no recebimento de qualquer vantagem financeira. Você terá informações e esclarecimentos sobre o estudo em qualquer aspecto que se desejar, e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá, também, retirar seu consentimento, ou interromper a participação, a qualquer momento. A sua participação é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer prejuízo.

Caso haja necessidade de qualquer esclarecimento adicional, ou ainda deseje se retirar da pesquisa a qualquer tempo, basta informar aos pesquisadores abaixo:

Professor Orientador: Francisco Gaudêncio Mendonça Freires (gaudencio@ufba.br).  
Com endereço profissional: Rua Prof. Aristides Novis, Escola Politécnica da UFBA, Nº 02, Federação, CEP 40210-630. Salvador – BA. Telefone: (71) 3283-9800/

Pesquisador: Rogério Santos Marques (rmarques.vc@gmail.com). Endereço: Prof. Aristides Novis, Escola Politécnica da UFBA, Nº 02, Federação, CEP 40210-630. Salvador – BA. Telefone: (77) 99976-1222

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição, quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será divulgado ou liberado. Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra do Pesquisador. Sua identidade será tratada de acordo com os padrões profissionais de sigilo, atendendo às disposições da legislação brasileira, em especial a Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, utilizando-se as informações somente para os fins acadêmicos e científicos aqui especificados.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Assinatura do(a) Participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do Pesquisador(a): \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE B – questionário agentes especialistas em energia renovável eólica.**

### ASPECTOS GERAIS

- 1. Tempo da sua experiência e/ou envolvimento com a cadeia produtiva da energia renovável eólica:**

até 2 anos  entre 2 a 4 anos  entre 4 a 8 anos  entre 8 a 10 anos  acima de 10 anos

## 2. Tipo da Organização:

Empresa privada  Universidade Privada  Universidade Pública  outros órgãos públicos

## 3. Cargo ou Função na Organização:

Resposta:

FATORES ESTRUTURAIS - Pontos Focais - (Regulação / Governo; Análise econômica)

1. **A Lei 9478/1997, diz que a Política Energética Nacional é o conjunto de diretrizes a serem seguidas para o aproveitamento racional das fontes energéticas nacionais. Isso é um fator ..... para melhorar a competitividade do mercado de energias renováveis.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Tecer Comentários (se achar necessário):

2. **A Lei 9478/97 também institui o CNPE – Conselho Nacional de Política Energética, e este Conselho, tem como objetivo propor a Presidência da República as medidas necessárias ao setor. Artigo 2º, Incisos I a X, isto é considerado .....**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Tecer Comentários (se achar necessário):

3. **Esta Lei cria o Certificado de Empreendedor de Energia Renovável (CEER), a ser concedido, pelo Poder Público Federal, a pessoas físicas ou jurídicas que produzirem energia elétrica a partir de fontes alternativas e renováveis, a respeito da relevância e aplicabilidade, considera-se .....**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Tecer Comentários (se achar necessário):

4. **Para estimular os possuidores do CEER, eles devem fazer jus a facilidades para a compra e para o financiamento dos equipamentos necessários a esse tipo de geração. A respeito da relevância e aplicabilidade**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Tecer Comentários (se achar necessário):

5. **A realização de leilões para expansão da oferta de energia elétrica foi um mecanismo introduzido na reforma do setor elétrico e consolidado com a efetiva participação de várias instituições do Setor Elétrico Brasileiro. Essa iniciativa é .....**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

6. **A eficiência e efetividade das políticas representativas voltadas a produção de energia renovável eólica no Nordeste, em específico na Bahia formulada pelos Governos Federal e Estadual, estão sendo avaliadas de forma ..... para o crescimento e desenvolvimento da geração e distribuição de energia.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

7. **Políticas públicas para fontes renováveis alternativas e os esforços do governo do estado da Bahia está sendo considerada..... na promoção e incentivo para o incremento de novas fontes renováveis de energia.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

8. **A eficácia das políticas setoriais específicas direcionadas a produção de energia eólica na Bahia formulada pelo governo do estado da BA está sendo considerada ..... para o desenvolvimento do mercado de energia renovável eólica.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

FATORES ECONÔMICOS E ESTRUTURAIS - Pontos Focais - (Análise econômica; Tecnologias; Concorrência)

9. **Os incentivos fiscais para estimular a cadeia da energia eólica constitui um elo ..... para estimular a ampliação e entrada de novas usinas no Nordeste.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

10. **A disponibilidade de linhas de créditos e financiamentos para a produção e geração de energia elétrica a partir de energias renováveis eólica, constitui num**

**ponto ..... para o fomento da produção de energia elétrica renovável no Nordeste.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**11. Os impactos de uma desvalorização da taxa cambial são considerados ..... para a competitividade das energias renováveis eólica no Brasil.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**12. O preço da energia eólica (KW) comercializados nos leilões é considerado ..... para a competitividade da energia eólica no Nordeste.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**13. A qualidade e velocidade dos ventos, bem como a baixa pluviometria, contribui de forma ..... para a competitividade da energia renovável eólica na Bahia.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**14. As importações de equipamentos e suprimentos para atender a cadeia produtiva da energia renovável eólica, constitui um fator ..... para a competitividade do setor.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**15. A instalação de empresas fabricantes de peças e suprimentos para atender a cadeia produtiva das energias renováveis eólica no Nordeste, caracteriza um fator ..... para competitividade da produção e geração destas energias renováveis.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**16. A necessidade de ampliação e melhoramento da infraestrutura de linhas de transmissão das energias elétricas geradas, para os grandes centros consumidores, é visto como um ponto ..... para a competitividade da energia eólica.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 17. O custo total de produção e geração das energias renováveis eólica, constitui um elemento ..... para a competitividade.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 18. Quando a empresa possui a integração vertical, na qual é o processo de agregação de dois ou mais elos de uma cadeia de valor, esse processo é considerado ..... para a competitividade das usinas de energias renováveis eólica no Nordeste.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 19. O quesito infraestrutura como: estradas, linhas de transmissão, armazenamento e outros, para a produção e geração das energias renováveis eólica pode ser considerada um ponto ..... para a competitividade no mercado global.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 20. A disponibilidade de suprimentos e equipamentos para a produção e geração das energias renováveis eólica, de forma imediata pode ser considerado um ponto ..... para ter competitividade no setor.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

FATORES DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS - Pontos Focais - (Tecnologias; Custos operacionais; Geração híbrida)

- 21. Os investimentos em Pesquisas, novas tecnologias (P&D) é considerado ..... de competitividade das energias renováveis eólica no Nordeste e Brasil.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 22. O avanço das tecnologias e otimização para a produção das energias renováveis eólica em usinas hibridizadas ou não, constituem um fator ..... de competitividade.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 23. A atuação do governo federal no desenvolvimento de pesquisa, extensão e incentivos visando à melhoria e expansão da produção das energias renováveis eólica está sendo considerado ..... para a competitividade no setor.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 24. A difusão de tecnologias para a produção, geração e transmissão das energias renováveis eólica, constitui ..... para competitividade do setor no Nordeste.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 25. O avanço em P&D juntamente com parcerias com instituições de pesquisas, são vetores que constitui um elo ..... para a competitividade de toda a cadeia produtiva.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 26. A atuação do governo do estado da Bahia no desenvolvimento de pesquisa e extensão visando à minimização dos gargalos da produção da energia eólica está sendo considerado ..... para o setor.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

FATORES EMPRESARIAIS - Pontos Focais -(Concorrência; Competitividade)

- 27. Possuir gestão profissionalizada, com certificações nas usinas de energias renováveis eólica, é ..... para a competitividade da energia eólica.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 28. Possuir planejamento estratégico nas usinas eólicas é ..... para a competitividade e importância da energia eólica.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 29. A realização de cursos e treinamentos de atualizações administrativas e técnicas com os funcionários em todos os níveis, são vistos como ..... para a competitividade para usina eólica.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 30. As parcerias com fabricantes de equipamentos e suprimentos, que atendem toda cadeia produtiva das energias renováveis eólica, no quesito assistência técnica e funcional, constitui um elo ..... para a competitividade da energia eólica.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

- 31. A partir das parcerias entre fabricantes de equipamentos e suprimentos e com uma gestão profissionalizada nas usinas das energias renováveis eólica, os treinamentos e atualizações são percebidos como ..... para a competitividade do setor.**

Muito Desfavorável    Desfavorável    Neutro    Favorável    Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**32. A interação de todos envolvidos nos vários elos da cadeia produtiva das energias renováveis eólica, constitui um elo ..... Para a competitividade da energia eólica.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

FATORES INDUSTRIAIS – SÓCIO- AMBIENTAIS - Pontos Focais -(Impactos ambientais; Regulação / Governo)

**33. Como parte dos estoques, muitas vezes são importados e de difícil acesso, mesmo com a implantação de várias indústrias de equipamentos e suprimentos no Nordeste, o gerenciamento de estoque é feito de forma profissionalizada e com a política de atendimento as demandas constantemente. Este tipo de tratamento constitui um elo ..... para a competitividade da indústria eólica.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**34. A gestão das usinas de energias renováveis eólica, tem demonstrado eficiência nas práticas administrativas, onde visa o aprendizado contínuo do funcionário e um controle maior dos gestores sobre as atividades e a produtividade, tal fato constitui um elo ..... para a competitividade do setor.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**35. As políticas sociais e ambientais dos agentes da cadeia produtiva da energia eólica constituem num ponto ..... para o fomento do setor.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

**36. A questão ambiental é considerada um fator ..... para o aumento da produção de energia eólica.**

Muito Desfavorável  Desfavorável  Neutro  Favorável  Muito Favorável

Teecer Comentários (se achar necessário):

## APÊNDICE C – artigos publicados

**Nome da Revista: Informação & Sociedade: Estudos (I&S)**  
**e-ISSN: 1809-4783**  
**Qualis: A2**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

CNPq Ministério da Educação Ministério da Ciência e Tecnologia BRASIL

PERIÓDICOS UFPB ATUAL ARQUIVOS ANÚNCIOS SOBRE ▾

INÍCIO / ARQUIVOS / V. 30 N. 2 (2020) / Relatos de Pesquisa

## Energia eólica e competitividade: uma análise Bibliométrica

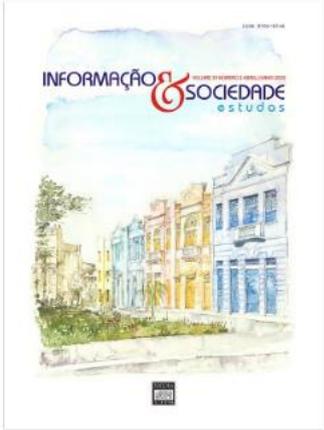
**Rogério Santos Marques**  
 Universidade Federal da Bahia - UFBA  
 ID <https://orcid.org/0000-0002-3422-4104>

**Luís Oscar Silva Martins**  
 Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
 ID <https://orcid.org/0000-0002-0040-7762>

**Fábio Matos Fernandes**  
 Universidade do Estado da Bahia- UNEB  
 ID <https://orcid.org/0000-0001-8679-120X>

**Marcelo Santana Silva**  
 Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias - IFBA  
 ID <https://orcid.org/0000-0002-6556-9041>

**Francisco Gaudêncio Mendonça Freires**  
 Universidade Federal da Bahia - UFBA  
 ID <https://orcid.org/0000-0001-9622-8242>



PDF

APÊNDICE B

<https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n2.52282>

**Nome da Revista: Ciência da Informação**  
**ISSN: 1518-8353**  
**Qualis: A4**

## Ciência da Informação

Atual Edições anteriores Anúncios Sobre ▾

Início / Arquivos / v. 50 n. 2 (2021) / Artigos

### Energia eólica e cadeia de suprimentos: uma pesquisa bibliométrica

#### Rogério Santos Marques

UFBA- Universidade Federal da Bahia

 <https://orcid.org/0000-0002-3422-4104>

#### Luis Oscar Silva Martins

Universidade Federal da Bahia - UFBA

 <https://orcid.org/0000-0002-0040-7762>

#### Fábio Matos Fernandes

Universidade Federal da Bahia - UFBA

 <https://orcid.org/0000-0001-8679-120X>

#### Marcelo Santana Silva

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias - IFBA

 <https://orcid.org/0000-0002-6556-9041>

#### Francisco Gaudêncio Mendonça Freires

Universidade Federal da Bahia - UFBA

 <https://orcid.org/0000-0001-9622-8242>



<https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/5579>

Nome da Revista: IJEEP International Journal of Energy Economics and Policy  
ISSN: 2146-4553  
Qualis: A2



International Journal of Energy Economics and  
Policy

ISSN: 2146-4553

available at <http://www.econjournals.com>

International Journal of Energy Economics and Policy, 2023, 13(6), 153-169.



## Analysis of Competitiveness Factors of Wind Power: A Case study in the *Alto Sertão* Wind Complex in the State of Bahia, Brazil

Rogério Marques<sup>1</sup>, Fábio Matos Fernandes<sup>1</sup>, Marcelo Santana Silva<sup>2</sup>, Luis Oscar Martins<sup>3\*</sup>,  
Francisco Gaudêncio Mendonça Freires<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Bahia, Brazil, <sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brazil, <sup>3</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brazil. \*Email: [luisoscar@ufrb.edu.br](mailto:luisoscar@ufrb.edu.br)

Received: 08 June 2023

Accepted: 10 September 2023

DOI: <https://doi.org/10.32479/ijepp.14576>

**Nome da Revista: Journal of Technology Management & Innovation**  
**ISSN: 0718- 2724**  
**Qualis: A2**

 <p>Journal of Technology Management &amp; Innovation</p>	 <p>Facultad de Economía y Negocios Universidad Alberto Hurtado</p>
<p>Current Archives About ▾</p>	
<p><a href="#">Home</a> / <a href="#">Archives</a> / <a href="#">Vol. 17 No. 4 (2022)</a> / <a href="#">Research Articles</a></p>	
<h2>Second-generation biodiesel in Brazil: an analysis of research on animal fats through social and complex networks</h2>	
<p><b>Fábio Matos Fernandes</b> Management department, Bahia State University, Salvador, Brazil</p> <p><b>Luís Oscar Silva Martins</b> Federal University of Reconcavo of Bahia, Feira de Santana, Brazil  <a href="http://orcid.org/0000-0002-0040-7762">http://orcid.org/0000-0002-0040-7762</a></p> <p><b>Rogério Santos Marques</b> Management department, Bahia State University, Guanambi, Brazil</p> <p><b>Marcelo Santana Silva</b> Management Department, Federal Institute of Bahia, Santo Amaro, Brazil</p> <p><b>Francisco Gaudêncio Mendonça Freires</b> Polytechnic School, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil  <a href="https://orcid.org/0000-0001-9622-8242">https://orcid.org/0000-0001-9622-8242</a></p>	<p> pdf</p> <p>Published 2022-12-27</p> <p>How to Cite Matos Fernandes, F., Martins, L. O. S., Santos Marques, R., Santana Silva, M., &amp; Mendonça Freires, F. G. (2022). Second-generation biodiesel in Brazil: an analysis of research on animal fats through social and complex networks. <i>Journal of Technology</i></p>
<p><a href="#">Make a Submission</a></p>	
<p> <b>DOAJ</b></p>	
<p>1.4 <sup>2021</sup> CiteScore</p>	
<p>31st percentile Powered by </p>	
<p>Google Scholar 2022</p>	
<p>h5 index: 20 h5 median: 29</p>	
<p><a href="#">More details</a></p>	

<https://doi.org/10.4067/S0718-27242022000400028>

Nome da Revista: **GEINTEC** Gestão, Inovação e Tecnologias  
 ISSN: 2237-0722  
 Qualis: B1



**Estudos Métricos da Informação em Pesquisas com Gordura Animal para Produção de Biodiesel no Brasil entre 2008 e 2019 no Âmbito da Web of Science**

**Sample Paper to be Used as Model to Format the Articles  
 to be Submitted to the Innovation, Technology and Management Journal**

Fábio Matos Fernandes<sup>1</sup>; Luís Oscar Silva Martins<sup>2</sup>; Rogério Santos Marques<sup>3</sup>; Felipe Barroco Fontes Cunha<sup>4</sup>; Marcelo Santana Silva<sup>5</sup>; Francisco Gaudêncio Mendonça Freires<sup>6</sup>

<sup>1</sup>[fabfernandes@uneb.br](mailto:fabfernandes@uneb.br)

<sup>3</sup>[rmarques.vc@gmail.com](mailto:rmarques.vc@gmail.com)

<sup>6</sup>[gaudenciof@yahoo.com](mailto:gaudenciof@yahoo.com)

<sup>1,3,6</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial – PEI

<sup>1,3,6</sup>Universidade Federal da Bahia – UFBA – Escola Politécnica

<sup>1,3,6</sup>Rua Professor Aristides Novis, nº 2, Federação

CEP: 40210-630 - Salvador/BA, Brasil

<sup>2</sup>[luisoscar2007@hotmail.com](mailto:luisoscar2007@hotmail.com)

<sup>4</sup>[fbarroco@bmeg.com.br](mailto:fbarroco@bmeg.com.br)

<sup>2,4</sup>Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente - PGenAm

<sup>2,4</sup>Universidade Federal da Bahia – UFBA – Escola Politécnica

<sup>2,4</sup>Rua Professor Aristides Novis, nº 2, Federação

CEP: 40210-630 - Salvador/BA, Brasil

<sup>5</sup>[profmarceloifba@gmail.com](mailto:profmarceloifba@gmail.com)

<sup>5</sup>Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação - PROFNIT

<sup>5</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA

<sup>5</sup>Av. Araújo Pinho, nº 39, Canela

CEP: 40110-150 - Salvador/BA, Brasil

## APÊNDICE D – Tabelas Alpha Cronbach

### Escala: ALL VARIABLES

#### Resumo do processamento de caso

		N	%
Casos	Válido	28	100,0
	Excluídos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	28	100,0

a. Exclusão de lista com base em todas as variáveis do procedimento.

#### Estatísticas de confiabilidade

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach com base em itens padronizados	N de itens
,973	,978	36

#### Estatísticas de item

	Média	Desvio padrão	N
p3	4,14	,651	28
p4	4,14	,651	28
p5	4,86	,356	28
p6	4,29	,713	28
p7	4,14	1,380	28
p8	4,00	1,089	28
p9	3,43	1,069	28
p10	4,00	,770	28
p11	4,00	,770	28
p12	4,14	,848	28
p13	2,57	1,200	28
p14	3,43	1,069	28
p15	4,14	1,380	28
p16	2,14	,848	28
p17	4,57	,742	28
p18	4,14	1,008	28
p19	3,86	1,268	28

p20	4,14	1,008	28
p21	3,57	1,317	28
p22	4,43	,742	28
p23	3,43	1,425	28
p24	4,43	,742	28
p25	3,00	1,440	28
p26	4,29	,897	28
p27	4,86	,356	28
p28	2,86	,651	28
p29	4,43	,742	28
p30	4,86	,356	28
p31	4,57	,504	28
p32	4,43	,504	28
p33	4,43	,504	28
p34	4,29	,897	28
p35	4,57	,742	28
p36	4,43	,504	28
p37	4,14	,848	28
p38	4,86	,356	28

#### Estadísticas de item de resumo

	Média	Mínimo	Máximo	Amplitude	Máximo / Mínimo	Variância	N de itens
Médias de item	4,056	2,143	4,857	2,714	2,267	,408	36
Variâncias de item	,811	,127	2,074	1,947	16,333	,341	36

#### Estadísticas de item-total

	Média de escala se o item for excluído	Variância de escala se o item for excluído	Correlação de item total corrigida	Correlação múltipla ao quadrado	Alfa de Cronbach se o item for excluído
p3	141,86	520,720	,710	.	,973
p4	141,86	520,720	,710	.	,973
p5	141,14	526,942	,926	.	,973
p6	141,71	515,471	,811	.	,972
p7	141,86	481,312	,974	.	,971
p8	142,00	499,259	,859	.	,972
p9	142,57	512,550	,589	.	,973
p10	142,00	518,815	,651	.	,973
p11	142,00	518,815	,651	.	,973
p12	141,86	513,312	,733	.	,972
p13	143,43	516,106	,453	.	,974

p14	142,57	495,069	,967	.	,971
p15	141,86	481,312	,974	.	,971
p16	143,86	518,053	,607	.	,973
p17	141,43	509,884	,949	.	,972
p18	141,86	500,571	,901	.	,971
p19	142,14	499,683	,722	.	,973
p20	141,86	500,571	,901	.	,971
p21	142,43	490,624	,854	.	,972
p22	141,57	510,772	,922	.	,972
p23	142,57	491,513	,770	.	,972
p24	141,57	510,772	,922	.	,972
p25	143,00	499,852	,626	.	,974
p26	141,71	511,915	,727	.	,972
p27	141,14	526,942	,926	.	,973
p28	143,14	523,386	,619	.	,973
p29	141,57	510,772	,922	.	,972
p30	141,14	526,942	,926	.	,973
p31	141,43	533,291	,373	.	,974
p32	141,57	538,921	,130	.	,974
p33	141,57	538,921	,130	.	,974
p34	141,71	511,915	,727	.	,972
p35	141,43	509,884	,949	.	,972
p36	141,57	538,921	,130	.	,974
p37	141,86	513,312	,733	.	,972
p38	141,14	526,942	,926	.	,973

#### Estatísticas de escala

Média	Variância	Desvio padrão	N de itens
146,00	542,222	23,286	36

#### PROXIMIDADES

#### Resumo do processamento de caso

Casos					
Válido		Ausente		Total	
N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
28	100,0%	0	0,0%	28	100,0%

**UFBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI**

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA  
CEP: 40.210-630  
Telefone: (71) 3283-9800  
E-mail: [pei@ufba.br](mailto:pei@ufba.br)  
Home page: <http://www.pei.ufba.br>

