

**ESPECIALIZAÇÃO : MBA
EXECUTIVO EM ENERGIA**



ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: CENÁRIO ATUAL E IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS

THAIS SCHMIDT ALBUQUERQUE
OSWALDO SANCHEZ JUNIOR

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Thais Schmidt Albuquerque

**Energia Eólica no Brasil: Cenário atual e impactos
socioeconômicos**

**São Paulo
2022**

Thais Schmidt Albuquerque

Energia Eólica no Brasil: Cenário atual e impactos socioeconômicos

Monografia apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, como requisito para a obtenção do título de especialista. no Curso de Especialização : MBA Executivo em Energia.

Data da aprovação ____/____/____

Prof. Dr. Oswaldo Sanchez Junior
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do
Estado de São Paulo

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Oswaldo Sanchez Junior
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof. Ms. Leonardo Santos Caio (Membro)
CONSULFESP – Consultoria e Formação Especializada

Prof. Ms. Gustavo Gonçalves Borges (Membro)
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

Thais Schmidt Albuquerque

Energia Eólica no Brasil: Cenário atual e impactos socioeconômicos

Monografia apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, como requisito para a obtenção do título de especialista. no Curso de Especialização : MBA Executivo em Energia.

Orientador: Prof. Dr. Oswaldo Sanchez Junior

São Paulo
Abril/2022

Ficha Catalográfica

Elaborada pelo Departamento de Acervo e Informação Tecnológica – DAIT
do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

A345e **Albuquerque, Thais Schmidt**
Energia eólica no Brasil: cenário atual e impactos socioeconômicos. / Thais Schmidt
Albuquerque. São Paulo, 2022.
30p.

Monografia (Especialização em MBA Executivo em Energia) - Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São Paulo. Unidade de Negócios em Ensino Tecnológico,
2022.

Orientador: Prof. Dr. Oswaldo Sanchez Junior

1. Energia eólica 2. Impacto socioeconômico 3. Brasil 4. Tese I. Sanchez Junior,
Oswaldo, orient. II. IPT. Unidade de Negócios em Ensino Tecnológico III. Título

2022-21

CDU 620.99(043)

DEDICATÓRIA

A minha mãe e meus irmãos que me incentivam em cada passo e mesmo longe me apoiam todos os dias.

RESUMO

O interesse por buscar maneiras de mitigar as mudanças climáticas e todas as preocupações ambientais proporcionaram o desenvolvimento de fontes renováveis em todo o mundo. A fonte eólica vem ganhando destaque e crescendo nos últimos anos e em 2020 teve um avanço de 53% em relação do crescimento de 2019, totalizando um avanço de 14% na capacidade instalada em 2020. No âmbito global temos destaque para China, EUA, Alemanha, Índia e Espanha, no entanto, o Brasil ganhou destaque nos últimos anos devido a sua expansão. Em 2020 a fonte eólica chegou a representar 10% na matriz elétrica brasileira. O desenvolvimento de parques eólicos está condicionado à análise de diversos fatores técnicos, sejam eles de característica do vento, como da tecnologia que será aplicada, ou os pontos regulatórios de cada localidade. A evolução da energia eólica traz consigo um grande benefício ambiental e socioeconômico. O aumento de fonte de emprego, desenvolvimento de programas sociais, aumento do PIB e IDHM da região são exemplos.

Palavras chaves: Energia eólica, energia renovável, benefícios socioeconômicos

ABSTRACT

Wind Energy in Brazil: Current Scenario and Socioeconomic Impacts

The interest in finding ways to mitigate climate change and all environmental concerns have led to the development of renewable sources around the world. The wind energy has been growing in recent year. In 2020 it had an increase of 53% more than increase in 2019. Which means an increase of 14% in installed capacity in 2020. At the global level, we highlight China, USA, Germany, India and Spain, however Brazil has gained prominence in recent years due to its expansion. In 2020, wind power came to represent 10% of the brazilian electricity matrix. The development of wind farms is conditioned to the analysis of several technical factors, whether the characteristics of the wind or the technology that will be applied, in addition to the regulatory points of each location. The evolution of wind energy brings a great environmental and socioeconomic benefit. The increase in the source of employment, development of social programs, increase in PBI and IDHM in the region are examples of that.

Keywords: Wind energy, renewable energy, socioeconomic benefits

Lista de ilustrações

Figura 1	Evolução da Capacidade instalada das usinas eólicas	10
Figura 2	% de crescimento da capacidade instalada por Países em 2020	10
Figura 3	Evolução da Capacidade Instalada no Brasil (GW)	11
Figura 4	Evolução dos aerogeradores	16
Figura 5	Partes de um aerogerador	16
Figura 6	Distribuição dos preços de um aerogerador	18
Figura 7	Matriz elétrica Brasileira	19
Figura 8	Geração eólica mensal	19
Figura 9	Regiões com usinas eólicas em operação	20
Figura 10	Investimento em eólica nos últimos anos	24

Lista de tabelas

Tabela 1	Potência instalada por Região (MW)	11
Tabela 2	Dados de Potência instalado por estado federativo	20
Tabela 3	Principais desafios e ações identificados para o desenvolvimento da fonte eólica offshore no Brasil	22

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
GEE	Gases de Efeito Estufa
GW	Gigawatts
GWEC	Global Wind Energy Council
MW	Megawatts
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
PIB	Produto Interno Bruto
FC	Fator de Capacidade
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas
TWh	Terawatt-hora
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
KW	Quilowatt
TW	Terawatt
	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBAMA	Renováveis
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
SIN	Sistema Interligado Nacional
PCH	Pequena Central Hidroelétrica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 JUSTIFICATIVA	14
4 DISCUSSÃO	15
4.1 Energia Eólica	15
4.2 O Aerogerador	15
4.3 Panorama da Energia Eólica no Brasil	18
4.3.1 Competitividade da Fonte Eólica	23
4.3.2 Impactos socioeconômicos	24
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

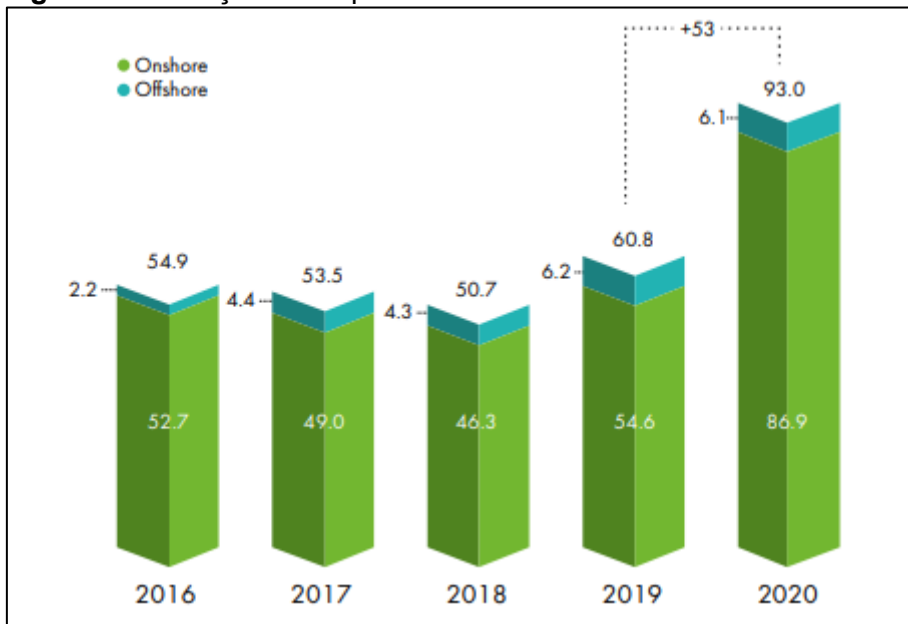
A busca por fontes alternativas de energia elétrica é presente em todo o mundo. A escassez dos recursos não renováveis e a poluição atmosférica associada ao seu uso, está cada vez mais no foco dos cientistas e sendo objetivo de estudos para que com o passar dos anos seja possível cada vez mais inserir energia proveniente de fontes limpas na matriz elétrica

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima – IPCC (2012), afirma que a energia elétrica produzida a partir das turbinas onshore¹ ou offshore² tem um potencial importante para auxiliar na redução de emissão dos gases de efeito estufa (GEE). A geração da energia eólica varia de acordo com as características do vento da região, no entanto, a maioria das regiões do mundo possui um potencial para a implantação de usinas eólicas. Em 2011, o potencial técnico global para geração de energia eólica excedia a produção global de eletricidade.

A quantidade de usinas eólicas vem crescendo ao longo dos últimos anos. Em 2020 a implantação de usinas eólicas cresceu mais de 90GW, 53% quando comparado com o crescimento da capacidade instalada de 2019, totalizando uma capacidade instalada de 743GW, crescendo 14% frente ao ano anterior (GWEC, 2021). O crescimento ocorreu em instalações onshore e offshore. As instalações onshore totalizaram uma capacidade instalada de 86,9 GW e offshore de 6,1 GW. A figura 1 a seguir, demonstra como vem ocorrendo o crescimento da capacidade instalada desde 2016.

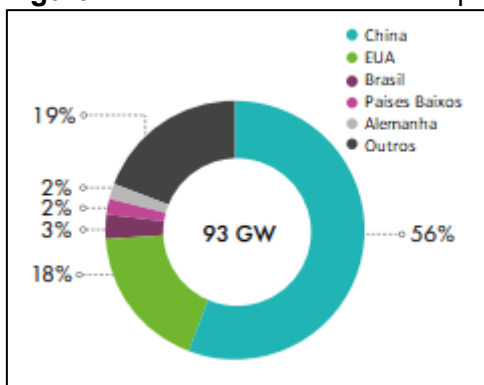
¹Onshore

²Offshore

Figura 1 - Evolução da Capacidade instalada das usinas eólicas

Fonte: GWEC (2021).

Conforme descreve o GWEC (2021), os países que mais realizaram instalações para geração elétrica por meio de parques eólicos foram China, EUA, Brasil, Países baixos e Alemanha. Esses cinco países juntos representam 80,6% do crescimento global. Os cinco países com maior capacidade instalada são China, EUA, Alemanha, Índia e Espanha, que juntos representam 73% de toda capacidade instalada global. A figura 2 apresenta a distribuição da potência instalada dos países.

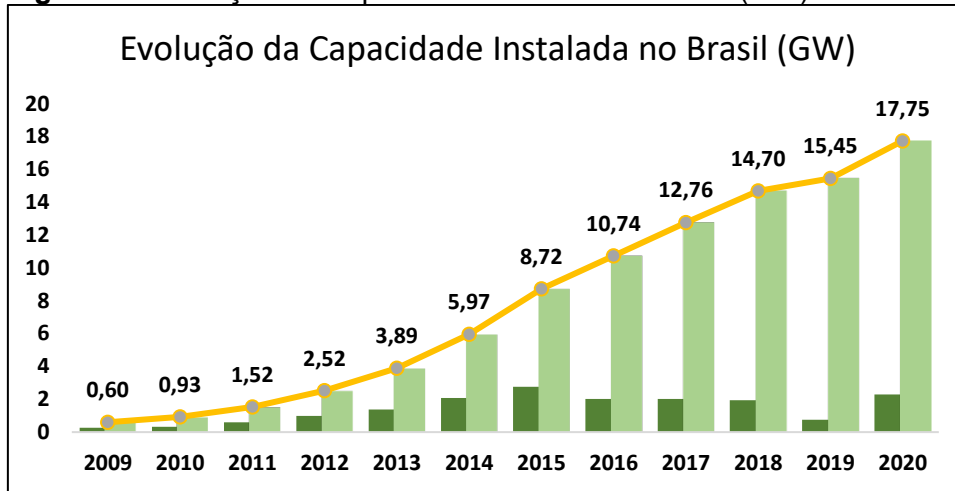
Figura 2 - % de crescimento da capacidade instalada por Países em 2020

Fonte: GWEC (2021)

O Brasil realizou a instalação dos primeiros parques eólicos durante a década de 90. Entre 1998 e 2008 foram instalados em média uma potência de 34 MW. No ano de 2009 houve uma brusca mudança e foram instalados 260 MW (Cognitio Consultoria, 2020). Na figura 3 são apresentados os dados de adição de potência eólica de forma anual e acumulada a partir de 2009. A tabela 1 mostra a distribuição

por região do Brasil. Em destaque temos a região nordeste onde podemos destacar o potencial do Rio Grande do Norte e Bahia

Figura 3 – Evolução da Capacidade Instalada no Brasil (GW)



Fonte: Dados ABEEólica – Elaboração própria

Tabela 1- Potência instalada por Região (MW)

Região	2010	2020	2024	Participação em 2024
NE	724	15.302	23.139	91,9%
S	176	2.023	2.023	8%
SE	28	28	28	0,1%
Total	928	17.353	25.190	100%

Fonte: Congnitio (2020)

Considerando os dados de 2020 o Brasil está em 7º lugar no Ranking Mundial de capacidade instalada de energia eólica, em 2012 o Brasil ocupava a 15ª posição. (ABEEólica, 2022).

De acordo com a Cognitio Consultoria (2020), tiveram diversos fatores que contribuíram para a evolução da energia eólica no Brasil, entre eles o conjunto de políticas públicas, os leilões específicos, a combinação de políticas energéticas e industrial, onde podemos citar o financiamento ao investimento de parques eólicos.

A implantação de parques eólicos também causa impacto de âmbito social e econômico as populações de seu entorno. No ano de 2020 foi conduzido um estudo de comparação entre municípios que receberam parques eólicos e municípios que não receberam e notou-se impacto no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e no PIB Municipal. Conforme relata o Boletim Anual Dados 2020 da ABEEólica, os municípios que têm parques eólicos tiveram uma performance de 20,19% e 21,15% melhor no IDH e PIB, respectivamente.

Diante do que foi exposto, o presente trabalho se propõe a apresentar o cenário atual da energia eólica e seus impactos socioeconômicos.

O trabalho está dividido nos seguintes subitens:

- 1 Energia eólica: O item descreve o que é e como é obtida a energia eólica
- 2 Aerogerador: Informações importantes sobre o equipamento e sua composição de custo.
- 3 Panorama da energia eólica no Brasil: Evolução da fonte eólica no Brasil e os principais desafios a serem superados.
- 4 Competitividade de fonte eólica: Breve descritivo sobre os investimentos da fonte eólica
- 5 Impactos socioeconômicos: Descritivo sobre os impactos nos municípios que tiveram a instalações de usinas eólicas

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o cenário atual da energia eólica descrevendo sobre os aspectos físicos e socioeconômicos.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são: (i) Descrever e analisar o cenário mundial da energia eólica ; (ii) Descrever e analisar o cenário nacional da energia eólica avaliando sua evolução, principais desafios e os impactos socioeconômicos.

3 JUSTIFICATIVA

A evolução tecnológica dos últimos tempos foi possível devido a energia elétrica disponível. Nos primórdios as fontes de energia elétrica eram fontes não renováveis que causam efeitos maléficos ao meio ambiente, com o passar dos anos a obtenção de energia por meio de fontes renováveis foi sendo aprimorada e hoje temos o foco mundial no desenvolvimento dessas tecnologias.

Uma das fontes que ganhou destaque é a eólica. Devido ao seu enorme potencial e baixo impacto ambiental, empresas, cientistas e órgãos governamentais se empenham para tornar as usinas eólicas viáveis podendo ser uma fonte de representação expressiva na matriz elétrica.

Nesse contexto, a presente monografia mostrará um breve resumo da evolução das usinas eólicas no mundo e no Brasil, descrevendo também os principais desafios que o Brasil precisa enfrentar para o crescimento da energia eólica e abordando os principais efeitos socioeconômicos.

4 DISCUSSÃO

4.1 Energia Eólica

A energia eólica origina-se da radiação solar, visto que os ventos são gerados através do aquecimento não uniforme da superfície terrestre. Estima-se que 2% da energia solar absorvida pela Terra seja convertida na energia cinética dos ventos. Os ventos são influenciados por diversos fatores, podendo citar: altura, rugosidade, obstáculos e relevo (CRESESB, 2008).

As características do vento nos locais de instalação dos parques eólicos são de extrema importância para avaliar a viabilidade tecnológica e econômica do parque. A rosa de vento³ traz as informações de velocidade e direção do vento, permitindo identificar (i) a direção com mais quantidade de vento; (ii) a força média dos espectros de vento; e (iii) a energia disponível nas diferentes direções (Cognitio Consultoria, 2020).

As informações necessárias para o mapeamento das condições regionais de cada área potencial, pode ser obtida a partir de mapas topográficos e de uma visita ao local, sendo possível avaliar em conjunto imagens de satélites (CRESESB, 2008). Em determinados casos é instalado uma torre anemométrica com a finalidade de monitorar a direção, velocidade, níveis de turbulência em alturas diferentes para uma melhor avaliação da provável geração de energia do local (Atlas Eólico do Estado de São Paulo, 2012).

O Fator de Capacidade (FC) da fonte eólica reflete a proporção entre a geração efetiva e a capacidade total em um determinado período de tempo. O FC é uma variável de produtividade importante de analisar. A evolução da tecnologia dos equipamentos no parque eólica contribuiu para a melhora do FC, ou seja, no aproveitamento do vento. O FC médio mundial em 2015 foi de 23,8% (Castro, 2018).

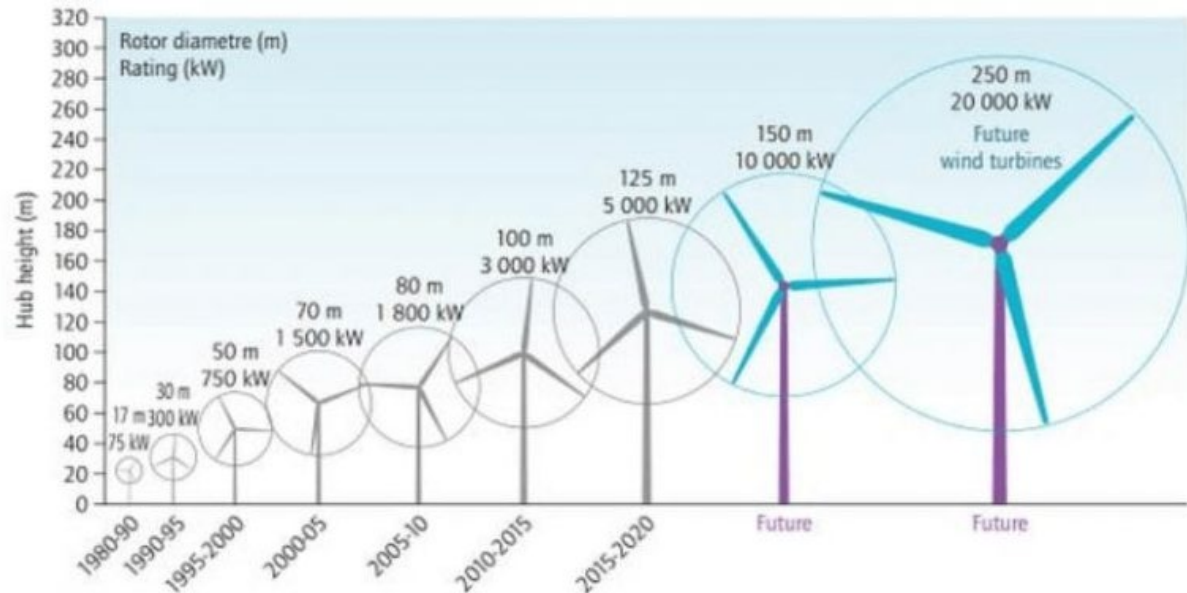
4.2 O Aerogerador

A evolução da tecnologia dos aerogeradores permitiu o aumento da competitividade e uma maior inserção da energia eólica na matriz energética mundial. Nos últimos anos, ocorreu um nivelamento do tamanho dos aerogeradores devido à demanda de mercado pela instalação de aerogeradores com potência nominal de 1,5

³Rodas dos ventos mostra a frequência de ocorrência do vento em cada direção

MW a 3 MW. A figura 4 mostra a evolução do tamanho dos equipamentos (Dachery, 2020).

Figura 4 - Evolução dos aerogeradores

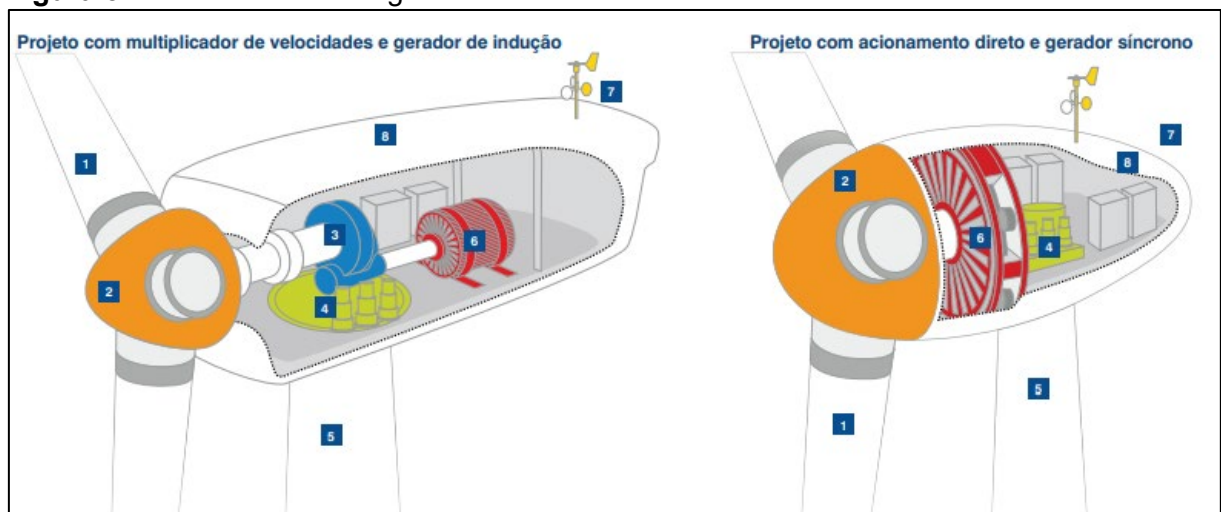


Fonte: Dachery (2020)

De acordo com Cognito Consultoria (2020), o aerogerador com caixa multiplicadora de eixo horizontal é o equipamento utilizado em escada comercial para os parques eólicos.

As principais partes de um aerogerador podem ser observadas na Figura 5.

Figura 5 - Partes de um aerogerador



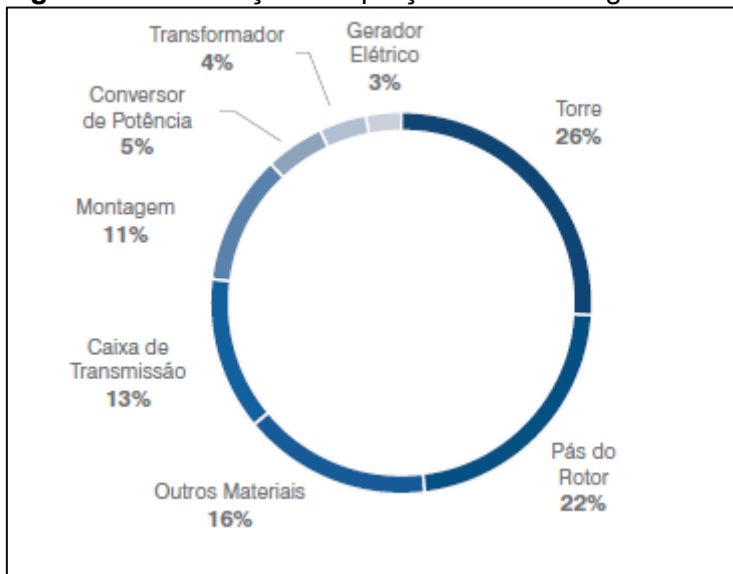
Fonte: Atlas Eólico do Estado de São Paulo (2012).

A partir da Figura 5 acima podemos destacar:

- 1) Rotor: Conjunto de pás para captar a energia cinética dos ventos.
- 2) Cubo: elemento de conexão do rotor com o eixo de rotação. Realiza o controle do ângulo de ataque das pás.
- 3) Sistema de transmissão: sistema mecânico composto de eixos e mancais, com ou sem caixa multiplicadora de velocidades, para transmissão do torque mecânico até o gerador elétrico.
- 4) Sistema de posicionamento (yaW): acionamento com motorreductores que giram toda a nacela com o objetivo de manter o eixo de rotação sempre alinhado com a direção do vento.
- 5) Torre: estrutura de aço/concreto que suporta a nacela e o rotor. Utilizada para passagem dos cabos de energia/sinal e para acesso aos componentes no topo da torre.
- 6) Gerador: máquina elétrica de indução ou síncrona que converte o torque mecânico em energia elétrica.
- 7) Sensores Meteorológicos: medem a velocidade e a direção do vento.
- 8) Nacele: estrutura de metal/fibra/plástico que abriga os componentes e sistemas no topo da torre.

Os custos para a construção de aerogeradores variam de acordo com a tecnologia utilizada no projeto e na sua fabricação. Dentre todos os componentes, a torre e as pás do rotor são os de custos mais elevados, fator característico devido às especificidades da sua produção. As torres necessitam ser de estrutura treliçada de aço e em formato tubular de aço e ou/ concreto. As pás são compostas de material compósitos, principalmente fibra de vidro reforçada com material de plástico e de madeira. A Figura 6 abaixo ilustra a distribuição dos preços de um aerogerador (Atlas Eólico do Estado de São Paulo, 2012).

Figura 6 - Distribuição dos preços de um aerogerador

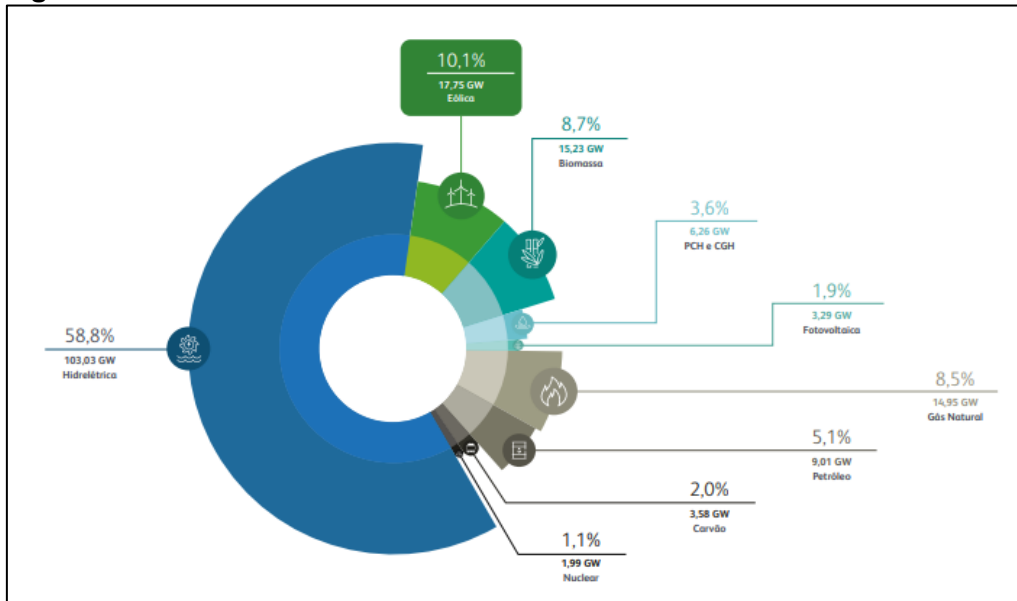


Fonte: Atlas Eólico do Estado de São Paulo (2012)

4.3 Panorama da Energia Eólica no Brasil

O início do desenvolvimento da energia eólica no Brasil se deu com maior afinco em 2002 a partir do programa PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, que por meio das políticas públicas incentivou a diversificação da matriz energética do país. O programa também se estendeu a outras fontes renováveis (GWEC | ABEEÓLICA, 2011).

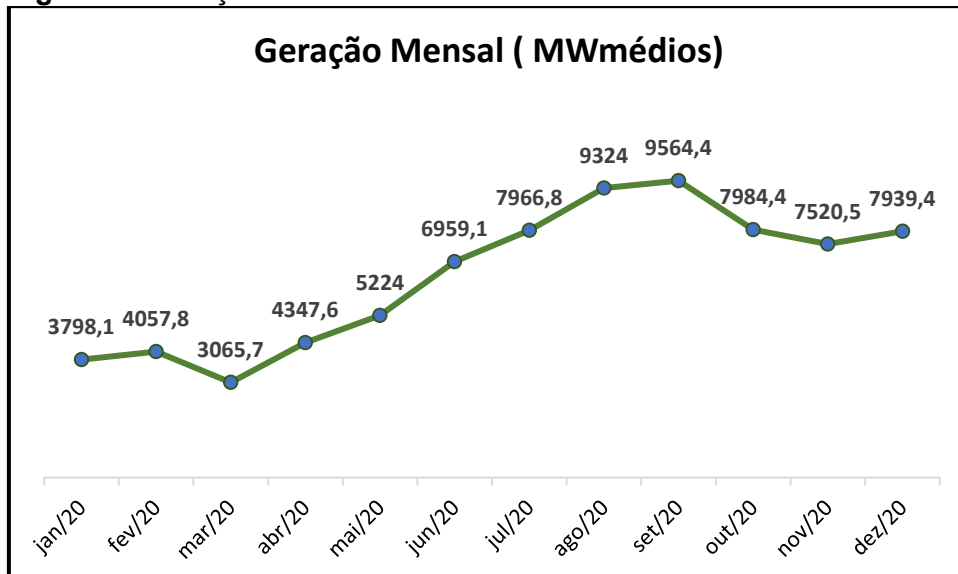
A matriz elétrica brasileira é composta em sua maioria por fontes renováveis, onde a eólica representa 10,1%, conforme ilustra a figura 7 a seguir (ABEEólica, 2020).

Figura 7 - Matriz elétrica Brasileira

Fonte: ABEEólica (2020)

Os 17,75 GW de capacidade instalada da fonte eólica são compostos por 17,16 GW de parques em operação comercial e 0,58 GW de operação em teste (ABEEólica, 2020).

A geração de energia eólica em 2020 foi de 57,0 TWh, uma geração média de 6.479,3 MW médios, sendo o recorde de geração em setembro, quando a geração atingiu um marco de 9.564,4 MW médios. A figura 8, mostra a geração mensal.

Figura 8 - Geração eólica mensal

Fonte: ABEEólica (2020) – Elaboração própria

Na figura 9, destacam-se as regiões Nordeste e Sul com as maiores quantidades de usinas em operação, com poucas usinas no Sudeste. Conforme relata

Bezerra (2021), esse fenômeno é explicado pelo elevado potencial e pelas características do vento, dentre elas a velocidade média, nessas regiões. A tabela 2 apresenta os dados de geração por estado federativo presente no portal da Aneel – Sistema de Informações de Geração da ANEEL (2022).

Tabela 2 - Dados de Potência instalado por estado federativo

Estado	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	% de Potência Fiscalizada
BA	225	5.932.046	5.932.046	100%
RN	213	6.508.281	6.508.281	100%
CE	99	2.506.440	2.506.440	100%
PI	83	2.437.450	2.418.550	100%
RS	81	1.835.892	1.835.892	100%
PE	37	899.365	899.365	100%
PB	30	628.440	624.975	100%
SC	18	250.600	250.600	100%
MA	16	426.023	426.023	100%
RJ	1	28.050	28.050	100%
SE	1	34.500	34.500	100%
MG	1	156	156	100%
PR	1	2.500	2.500	100%
SP	1	2	2	100%

Fonte: Aneel (2022)

Figura 9 – Regiões com usinas eólicas em operação



Fonte: Aneel (2022)

Bezerra (2022) relata que o Brasil apresenta um potencial eólico extremamente expressivo. O potencial *onshore* pode chegar a 880,5 GW, sendo que 522 GW são

considerados viáveis tecnicamente. O potencial *offshore* é estimado em 1,3 TW, onde a maior parte se encontra na região nordeste.

De acordo com Malar (2022), no Brasil a capacidade de aproveitamento dos ventos nas turbinas eólicas *onshore* e *offshore* não são tão diferentes como no restante do mundo. As turbinas *onshore* já alcançam 60% da capacidade devido às boas características do vento, já a *offshore* tem potencial de chegar a 80%. No Brasil ainda não existe nenhum parque *offshore* em operação comercial, porém já existem 36 pedidos de licenciamento junto ao IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Os pedidos de licenciamento são referentes a projetos nos estados Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Espírito Santo, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro, que juntos totalizam 80 GW de potencial.

O primeiro marco regulatório para o desenvolvimento dos parques eólicos *offshore* no Brasil foi o Decreto nº 10.946/2022. Segundo Malar (2022), o marco regulatório sinaliza que o Brasil pode ter parques *offshore* e irá ser desenvolvido mecanismos que viabilizam esses empreendimentos.

O Decreto nº 10.946/2022, regula o aproveitamento dos recursos naturais em águas de domínio de União e da cessão de uso de espaços físicos no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental com objetivo na geração energia eólica *offshore* (Diário Oficial, 2022).

O Canal Energia (2022) descreve sobre a importância do novo Decreto nº 10.946/2022. O Decreto refere-se as principais diretrizes para exploração dos projetos *offshore* no Brasil, com foco no uso do espaço físico e o aproveitamento dos recursos naturais para geração de energia elétrica. De acordo com os especialistas entrevistados, o Decreto não é a solução para todos os impasses que o setor apresenta, no entanto, a segurança regulatória é fundamental para despertar interesse dos investidores no setor.

Na visão da Presidente da ABEEólica, Elbia Gannoum, no setor que está dando seus primeiros passos, essa segurança é fundamental, para que tanto empresas como sociedade e governo saibam quais são os critérios técnicos, exigências, obrigatoriedades de estudos e os órgãos que responderão e serão responsáveis por analisar, aprovar e formalizar o avanço de cada etapa dos projetos, que possuem complexidade maior do que os de eólica *onshore*. Vale lembrar que o IBAMA já tem mais de 80 GW de projetos eólicos *offshore* em análise, o que demonstra o grande interesse dos investidores (Canal Energia, 2022).

Nos parques eólicos offshore que apresentam maior FC, os ventos são mais estáveis, com menos turbulência e apresentam a possibilidade de serem instalados perto dos centros de cargas, podendo citar o litoral do Rio de Janeiro e São Paulo (Canal Energia, 2022).

De acordo com a EPE (2020), existem diversos desafios que o Brasil deverá enfrentar para que de fato possa viabilizar a inserção dos parques eólicos offshore na matriz elétrica brasileira. A Tabela 3 abaixo descreve os principais desafios e as ações que a EPE propõe.

Tabela 3 - Principais desafios e ações identificados para o desenvolvimento da fonte eólica offshore no Brasil

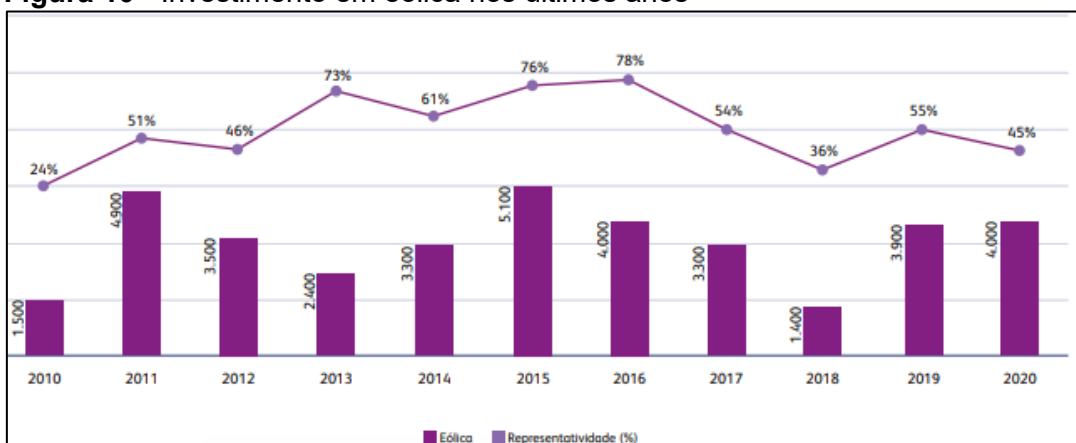
Desafios	Ações
Necessidade de conferir maior precisão aos dados anemométricos, meteoceanográficos e climatológicos	Refinar dados disponíveis e, caso necessário, fazer levantamento de informações não disponíveis, para diminuição das incertezas em relação à aptidão dos sítios
Adequação do sistema portuário brasileiro para atender à demanda da indústria eólica offshore, em local próximo à implantação dos projetos	Fazer levantamento detalhado da infraestrutura portuária atual brasileira, a fim de identificar possíveis obras de melhorias e adaptações necessárias
Adaptação necessária da atual indústria eólica nacional (hoje direcionada ao mercado onshore) para atender às demandas de projetos offshore	Identificar possíveis oportunidades na cadeia de suprimento, por meio de levantamento e avaliação dos atuais fornecedores e fabricantes de todos os segmentos da cadeia atuantes no mercado brasileiro (ex.: aerogeradores, fundações, subestações, tecnologias HVDC, cabos submarinos e demais componentes)
Disponibilidade de navios e outras embarcações adequadas ao transporte, instalação e manutenção das estruturas offshore	Fazer levantamento sobre a frota de embarcações para suporte a atividades offshore disponíveis atualmente no país

Necessidade de especialização dos profissionais envolvidos, tanto da esfera governamental quanto da iniciativa privada	Fomentar ações de capacitação para os agentes envolvidos
Identificação de reforços na infraestrutura de transmissão necessários ao pleno escoamento da geração eólica offshore	Realizar avaliação prospectiva da transmissão frente ao desempenho elétrico da rede, considerando o mapeamento do potencial eólico offshore e a localização de projetos viáveis
Incertezas sobre os potenciais conflitos socioeconômicos que poderão surgir entre a atividade eólica offshore e outras atividades	Realizar estudos detalhados sobre as atividades socioeconômicas potencialmente conflitantes e incluir as perspectivas da eólica offshore no âmbito das ações em curso voltadas para a implementação do planejamento espacial marinho no Brasil
Necessidade de adequação dos procedimentos atualmente adotados no licenciamento ambiental	Elaborar Termo de Referência aderente às especificidades desta tipologia, de modo a incorporar os efeitos diretos e indiretos correspondentes às atividades desenvolvidas nos projetos eólicos offshore na etapa de licenciamento prévio
Competitividade frente a outras fontes renováveis atualmente disponíveis no SIN	Avaliar a inserção da fonte nos mecanismos competitivos de expansão da oferta de energia no país e nos instrumentos de planejamento energético

Fonte: EPE (2020)

4.3.1 Competitividade da Fonte Eólica

Conforme detalha ABEEólica no Boletim Anual de Dados 2020, foram investidos US\$ 4 bilhões (R\$ 20,6 bilhões) no setor eólico durante o ano de 2020. Esse investimento representa 45% dos investimentos realizados em fonte renováveis (solar, eólica, biomassa, biocombustíveis, PCHs e outros.). A Figura 10 demonstra o total de investimento realizado desde 2010 e a representatividade frente aos investimentos em outras fontes renováveis.

Figura 10 - Investimento em eólica nos últimos anos

Fonte: Boletim anual dados - ABEEólica (2020)

De acordo com Bezerra (2021), o resultado dos últimos leilões de compra de energia, confirma a competitividade da fonte eólica. A fonte eólica e a solar obtiveram os menores patamares de preço quando comparados com outras fontes de geração. Os preços apresentam redução dos preços desde 2009, quando as primeiras usinas eólicas foram aprovadas pelo Governo nos leilões.

4.3.2 Impactos socioeconômicos

A energia eólica além de apresentar benefícios ambientais, por ser uma fonte de energia renovável e contribuir para o Brasil cumprir os objetivos no Acordo do Clima, também apresenta diversos impactos positivos no âmbito socioeconômicos para o ambiente de sua inserção e de toda sua cadeia de produção (ABEEólica, 2022).

Conforme é citado pela ABEEólica (2022), podemos descrever alguns benefícios da inserção da energia eólica como:

- Promover ações que auxiliam na segurança hídrica, viabilizando o acesso à água para populações que vivem isoladas;
- Projetos educacionais com creches e escolas, por meio de iniciativas que visam o aumento da qualidade de vida estudantil de alunos de escolas públicas, utilizando ações de cidadania, de capacitação de educadores e de melhoria do ambiente escolar e promovendo discussões sobre desenvolvimento sustentável e energias renováveis.
- Estimular a empregabilidade e o empreendedorismo através de ações de inclusão digital, com programas de capacitação para jovens e adultos;

- Projetos de promoção da saúde, com ações para saúde bucal e nutrição;
- Ações de acompanhamento escolar e de incentivo para prática de esporte;
- Incentivo ao turismo, arte, gastronomia e cultura regionais por meio de festivais, cursos e treinamentos.

Além dos benefícios já citados acima, a ABEEólica (2021), menciona a melhora no aumento de renda dos proprietários de terra com o arrendamento para alocação das torres. A energia eólica ocupa pouquíssima terra, desta forma, o proprietário pode continuar com sua atividade agropecuária sem nenhum impacto. No Brasil, percebeu-se uma melhora no Produto Interno Bruto (PIB) e no Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM) nos municípios que receberam a instalação de parques eólicos. O PIB aumentou 21,15% no período de 1999 à 2017 e o IDHM 20% no período de 2000 à 2010.

O processo de criação de valor no setor eólico envolve diversas atividades que demandam diferentes profissionais para a sua execução, ao longo da cadeia os níveis de competência, treinamento, especialização são diferentes. A quantidade de empregos gerados é uma variável que está relacionada ao volume anual de inserção de potência eólica e da sua distribuição regional (Cognitio Consultoria, 2020). Conforme relata Simas (2012), a geração de emprego no setor eólico pode ser dividida em três categorias:

- (i) Empregos gerados no desenvolvimento tecnológico que incluem P&D e fabricação de equipamentos.
- (ii) Empregos na instalação e descomissionamento das usinas que incluem gestão de projetos, planejamento, construção de usinas e transporte.
- (iii) Empregos na operação e manutenção, sejam eles na usina, na geração ou na distribuição da energia.

A geração de emprego local com o desenvolvimento eólico pode ter um melhor desenvolvimento com (i) o investimento em capacitação local, desta forma reduz a quantidade de trabalhadores de outras localidades e (ii) trazer o desenvolvimento tecnológico ao nível regional, sendo possível criar empregos estáveis de alta qualidade (Simas, 2012).

Simas (2012) relata que a maior quantidade de empregos é gerada no período de instalação das usinas e de caráter temporário, desta forma, é importante que se mantenha a quantidade de projetos instalados por ano.

Traldi (2017) descreve sobre o um impacto negativo referente as terras que são utilizadas para a construção dos parques eólicos. Após o início das instalações dos parques, os terrenos passam a ser disputados por várias empresas, acarretando a elevação dos preços. Cabe destacar que muitos terrenos na região nordeste do país, com potencial para sediar os parques são propriedades provenientes de disputas fundiárias, que abrem caminho para as grandes empresas se aproveitarem.

5 CONCLUSÃO

É notória a importância do desenvolvimento de novas fontes renováveis para geração de energia elétrica seja em âmbito mundial ou nacional. A energia eólica é uma das fontes renováveis que vem ganhando destaque com a evolução da sua capacidade instalada e pela evolução da tecnologia envolvida no desenvolvimento dos aerogeradores.

Em âmbito mundial, destacam-se pela quantidade de capacidade instalada de energia eólica a China, EUA, Alemanha, Índia e Espanha, que juntos representa 73% de toda capacidade mundial. O Brasil vem ganhando destaque, devido ao grande potencial existente. Em 2020, a energia eólica foi responsável pela geração eólica de 57,0 TWh.

No Brasil os parques eólicos são em sua totalidade parques onshore, no entanto, o foco em desenvolver parques offshore está no crescendo cada vez mais. No início de 2022 o governo lançou um decreto considerado o primeiro marco regulatório do setor offshore trazendo uma segurança regulatória importante para aumentar o interesse dos investidores. O Decreto refere-se as principais diretrizes para exploração dos projetos offshore no Brasil com foco no uso do espaço físico e o aproveitamento dos recursos naturais para geração de energia elétrica.

Visando no desenvolvimento dos parques eólicos offshore, o Brasil possui diversos desafios que deverão ser superados para sua consolidação. Dentre os pontos principais, podemos citar a necessidade de conferir maior precisão aos dados anemométricos, meteoceanográficos e climatológicos; A adequação do sistema portuário brasileiro para atender à demanda da indústria eólica; A adaptação da indústria atual que é direcionada para o mercado onshore entre outros pontos abordados no trabalho.

A utilização e desenvolvimento da fonte eólica traz benefícios em âmbito ambiental e socioeconômico. Dentro do âmbito socioeconômico, é sabido que os municípios ou municípios próximos que recebem a instalação de parques eólicos apresentaram um crescimento no seu PIB e no IDHM. O investimento nos parques eólicos permite a geração de fonte de renda e desenvolvimento de projetos sociais para a população. A geração de emprego é um fator importante de citar. O impacto na geração de emprego inicia na etapa de pesquisa, sendo a etapa que mais gera emprego a de instalação dos parques.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA (Brasília). **Eólica: energia para um futuro inovador**. In: ABEEÓLICA (Brasília). **Eólica: energia para um futuro inovador**. Brasília, 20 maio 2020. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/energia-eolica-o-setor/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

ABEEÓLICA-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (São Paulo). **Boletim Anual de Geração Eólica 2020**., São Paulo. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o_2020.pdf. Acesso em: 13 fev. 2022.

ABEEÓLICA-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (São Paulo). InfoVento: **Energia Eólica os bons ventos do Brasil**. InfoVento 14. 18 jan. 2022. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/01/2022_01_InfoVento24.pdf. Acesso em: 11 mar. 2022.

ANEEL (Brasília). **Sistema de Informações de Geração da ANEEL**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdKNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em: 2 fev. 2022.

BEZERRA, Francisco Diniz. **Oportunidades para o Nordeste em Energia Eólica**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.177, jul. 2021. (Caderno Setorial) . Disponível em: <https://198.17.121.65/s482-dspace/handle/123456789/974>. Acesso em: 22 fev. 2022.

CANAL ENERGIA (São Paulo). **Eólica offshore: nova regulamentação impulsiona investimentos no setor**. CANAL ENERGIA (São Paulo), 2 fev. 2022. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53201243/energia-eolica-offshore-nova-regulamentacao-impulsiona-investimentos-no-setor>. Acesso em: 15 fev. 2022.

CASTRO, Nivalde de; LIMA, Antônio; HIDD, Gabriel; VARDIERO, Pedro. **Perspectivas da Energia Eólica offshore**. Agência Canal Energia. Rio de Janeiro, 06 de agosto de 2018. Disponível em http://www.gesel.ie.ufrj.br/gesel/app/webroot/files/publications/19_castro184.pdf. Acesso em: 28 fev. 2022

COGNITIO CONSULTORIA (Brasília). **Criação de Empregos no Setor Eólico Brasileiro: Estimativas em curto, médio e longo prazo**. Relatório, Brasília, p. 50-55, 5 nov. 2020. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Relat%C3%B3rio_Final_Cria%C3%A7%C3%A3o_de_Empregos_no_Setor_Eolico_Brasileiro_GIZ_Cognitio-25MAI2021.pdf. Acesso em: 13 fev. 2022.

CRESESB (Rio Janeiro). **Energia Eólica Princípios Tecnologia**., 2008. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/63434671/energia-eolica-principios-tecnologia-ricardo-dutra-cresebs>. Acesso em: 21 fev. 2022

DACHERY, Joiris Manoela. História da Energia Eólica. **História da Energia Eólica**. SC, 26 maio 2020. Disponível em: <https://energes.com.br/historia-da-energia-eolica/>. Acesso em: 11 abr. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasília). **Ministério de Minas e Energia. Roadmap Eólica Offshore Brasil: Perspectivas e caminhos para a energia eólica marítima**. 30 abr. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/roadmap-eolica-offshore-brasil>. Acesso em: 2 mar. 2022.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report 2021**. Belgium, 25 mar. 2021. DOI 978-92-9260-347-2. Disponível em: <https://gwec.net/global-wind-report-2021/>. Acesso em: 13 fev. 2022.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO-SECRETARIA DE ENERGIA (SP). **Atlas Eólico do Estado de São Paulo**., São Paulo, 2012. Disponível em: https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalsev2/intranet/BiblioVirtual/renovaveis/atlas_eolico.pdf. Acesso em: 22 fev. 2022.

GWEC | ABEEÓLICA (São Paulo). **Análise do marco regulatório para a geração eólica no Brasil: Relatório de Síntese**. São Paulo, 2011. Disponível em https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/01/GWEC_Analysis-of-the-regulatory-framework-in-Brazil_2011.pdf. Acesso em: 16 fev. 2022.

MALAR, Joao. **Entenda como funciona a energia eólica offshore, que é gerada no mar**. CNN Brasil Business, 9 fev. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/entenda-como-funciona-a-energia-eolica-offshore-que-e-gerada-no-mar/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA (CAMBRIDGE UNIVERSITY). **Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Wind Energy**., 2012. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/>. Acesso em: 13 fev. 2022

SIMAS, Moana. **Energia Eólica e Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Estimativa da Geração de Empregos por meio de uma Matriz Insumo-Produto Ampliada**. Orientador: Sergio Almeida Pacca. 2012. 220 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-10092012-095724/en.php>. Acesso em: 4 jan. 2022

TRALDI, Mariana. **Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido brasileiro**. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de mayo de 2018, vol. XXII, nº 589. ISSN: 1138-9788. Disponível em: <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/19729/23618>. Acesso em 20 jan. 2022

UNIAO. **Decreto nº 10.946**, de 25 de janeiro de 2022. Dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos e o aproveitamento dos recursos naturais em águas interiores de domínio da União, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma

continental para a geração de energia elétrica a partir de empreendimento offshore., 25 dez. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.946-de-25-de-janeiro-de-2022-376016988>. Acesso em: 3 fev. 2022.