



## PANORAMA DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: FACILITADORES E DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DESSA NOVA FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA.

*ABREU, Felipe Oliveira<sup>1</sup>*

*Centro Universitário Academia – UniAcademia*

*MORAES, Camile Arêdes<sup>2</sup>*

*Centro Universitário Academia – UniAcademia*

Linha de pesquisa: Fonte de Energia renovável

### RESUMO

O principal objetivo deste estudo consiste em fornecer um trabalho de revisão bibliográfica sobre o panorama da energia eólica no Brasil, incluindo seus facilitadores e desafios para sua implementação e consolidação como uma fonte de energia renovável. É ressaltada inicialmente uma breve história sobre a criação da energia eólica, destacando as fontes renováveis e não renováveis, e a grande necessidade de se buscar novas fontes para a produção de energia elétrica limpa. Esse estudo aborda os primórdios da energia eólica no Brasil, como e onde se iniciou, citando o panorama global e brasileiro da energia eólica, destacando seu desenvolvimento, sua criação, implementação, desafios, facilitadores de modo geral e números em crescimento. Através desse trabalho, é possível verificar a matriz elétrica do Brasil e seu potencial para a geração de energia elétrica através de fontes renováveis como a energia eólica, tema principal desse estudo. É analisado também os tipos de energia eólica, *onshore* e *offshore*.

**Palavras-chave:** Energia eólica. Fontes renováveis. Matriz elétrica. Energia elétrica.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Academia - UniAcademia.

<sup>2</sup> Professora do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Academia - UniAcademia.

---

## 1 INTRODUÇÃO

No início dos anos 2000, tínhamos como principais fontes energéticas o vento e a água como fonte para a produção de força eletromotriz. Nos dias atuais, com a industrialização na sociedade e a necessidade de mais produção de energia, temos um cenário diferente, pois surgiram novas fontes, como o carvão, energia nuclear, gás natural, petróleo, e outros (CASTRO, 2009).

Para a produção de energia, temos 2 tipos, as renováveis e não renováveis. A energia renovável é o tipo de energia que se renova por meio de ciclos, onde há repetição em intervalos de tempo menores, sendo assim, essas fontes podem manter sua capacidade por um longo tempo. Temos como exemplo de energia renovável a energia eólica, energia solar, biocombustíveis (SANTOS, RODRIGUES e CARNIELLO, 2021).

As fontes de energia não renováveis são fontes de energia obtidas na natureza, porém de forma restrita, ou seja, é uma fonte esgotável, não podendo ser reformada. As principais fontes de energia não renovável são o gás natural, energia nuclear, combustíveis fósseis (SANTOS, RODRIGUES e CARNIELLO, 2021).

A necessidade de buscar novas fontes de energia renováveis ocorreu por problemas petrolíferos na década de 70. Como o uso de combustíveis fósseis agride gradativamente a fauna e flora, isto acabou acarretado o desenvolvimento de energia renovável e principalmente a preocupação com o meio ambiente, assegurando de sua preservação (CASTRO, 2009).

Um outro tema que elevou a demanda de energia renovável é a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, cujo tema foi assinado um protocolo, o de Quioto em 1997. De acordo com Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), a energia eólica oferece uma grande redução na emissão de gases do efeito estufa (SIMAS e PACCA, 2013).

Quando se fala de energia renovável e energia limpa, a energia eólica é uma das principais fontes mais promissoras, possuindo uma tecnologia bem desenvolvida vindo principalmente da Europa e Estados Unidos (CASTRO, 2009).

De maneira global, a energia eólica tem um potencial técnico muito elevado, sendo maior que a produção mundial de eletricidade. Levando em consideração vários fatores, é possível analisar que ela poderia suprir até 20% da demanda mundial de energia elétrica até 2050 (IPCC, 2011; CASTRO, 2009).

Em meados de 1996, a busca pela energia eólica teve um crescimento muito

positivo, sendo que 8 anos mais tarde os resultados foram ainda melhores, isso se deve ao incentivo para a energia eólica, o que cresceu gradativamente sua adoção em vários países que buscavam fontes de energia sustentável (CASTRO, 2009).

### 1.1 OS PRIMÓRDIOS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

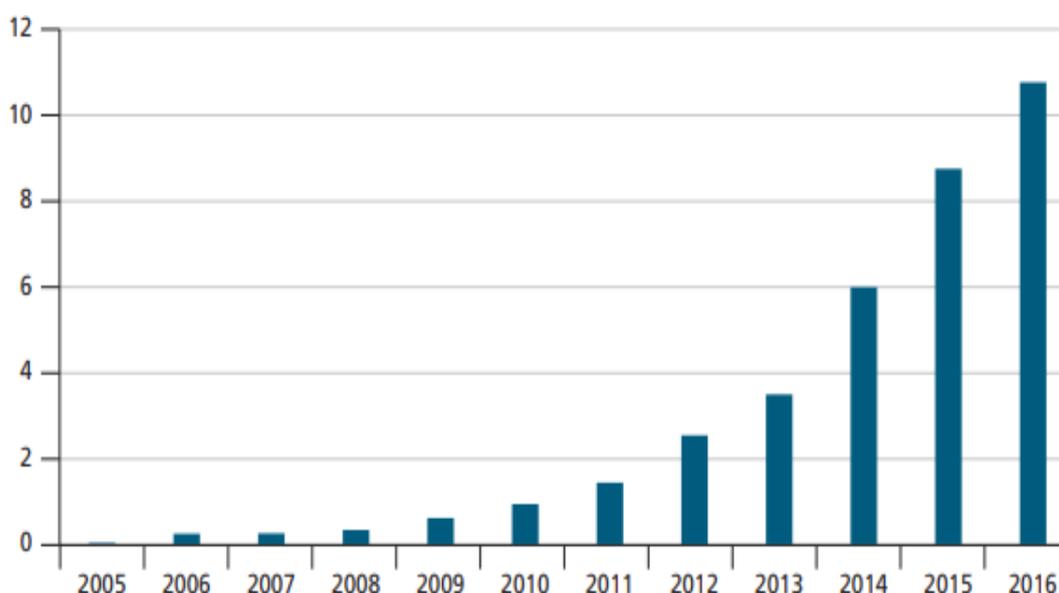
No Brasil, o processo de fixação da energia eólica ocorreu através do incentivo do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), no ano de 2002. O Proinfa passou por dificuldades, porém exerceu sua função de aferir as dinâmicas para a energia eólica no país (LOSEKANN e HALLACK, 2018).

A energia eólica se firmou no país em 2004 com a implementação de leilões como fonte de adesão no dimensionamento dos parques de geração de energia elétrica. Nos meses finais de 2016, tivemos uma capacidade instalada de 10,7GW, indicando uma margem de 7% do parque gerador no Brasil. (LOSEKANN e HALLACK, 2018).

No mesmo ano, o Brasil se fixou em nona posição na capacidade instalada, ficando em quinta posição na geração de energia eólica no mundo no ano de 2016. (LOSEKANN e HALLACK, 2018).

Pode-se observar melhor essa questão na Figura 1, onde é apresentada a evolução capacidade de geração de energia eólica entre os anos de 2005 e 2016.

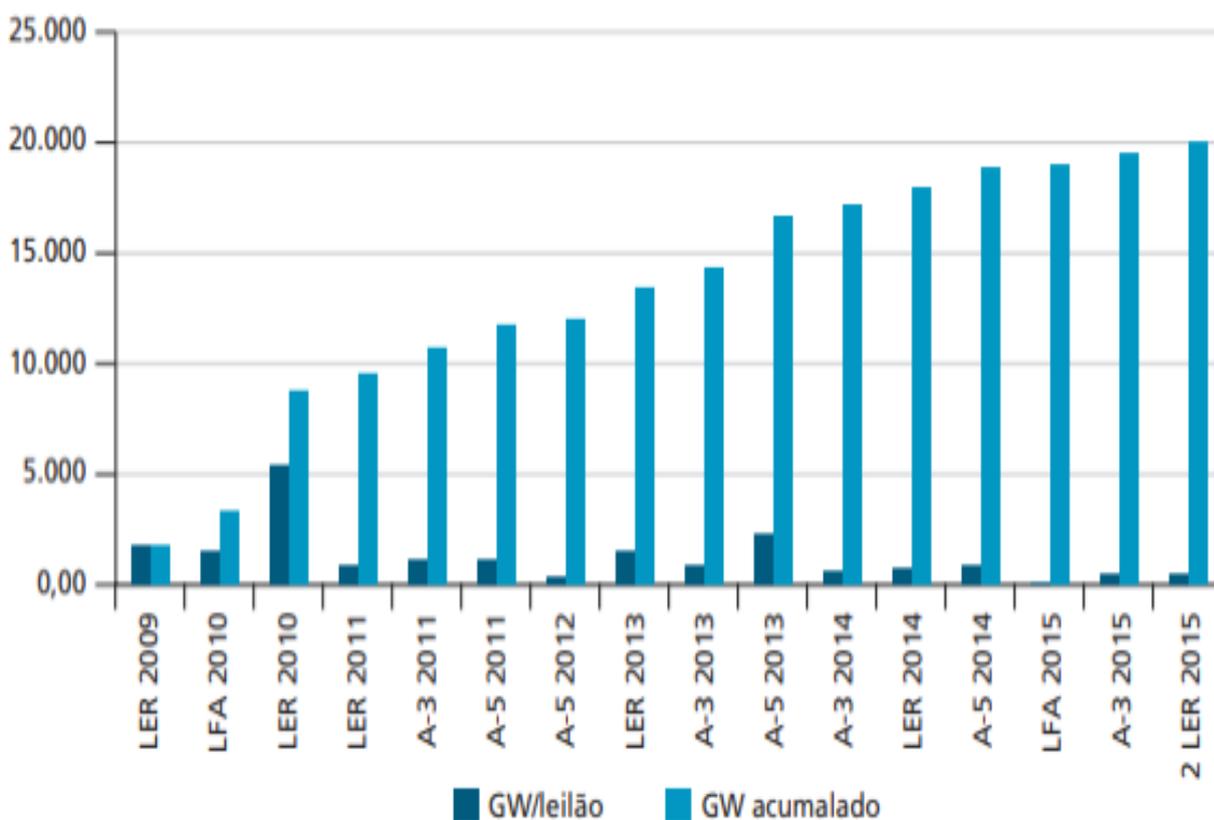
**Figura 1** - Evolução da capacidade de geração de energia eólica (2005-2016).



Fonte:(LOSEKANN e HALLACK, 2018).

Com a adesão de leilões especializados em fontes alternadas como o leilão de fontes alternativas (LFA) e o leilão de energia de reserva (LER), foram montados os parques eólicos no Brasil. Sendo assim, o Brasil ganhou uma competitividade na produção de energia eólica, fazendo com que os parques fossem adquiridos em leilões sem especificação, gerando assim uma concorrência com as demais (LOSEKANN e HALLACK, 2018), como pode ser observado na Figura 2.

**Figura 2** - Contratação de energia eólica por leilão de expansão e acumulada (EmGW).

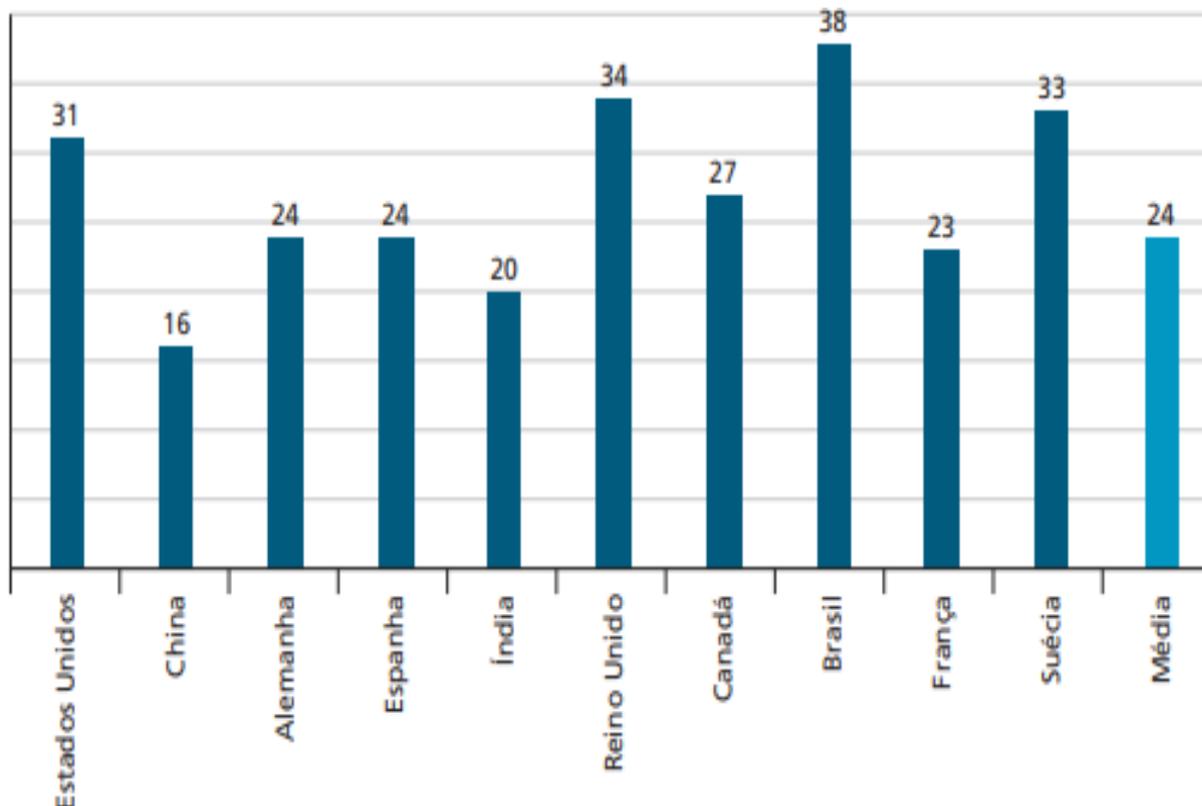


Fonte:(LOSEKANN e HALLACK, 2018).

O potencial da energia eólica brasileira obteve algumas características que elevaram sua difusão no país. Na região nordeste brasileira por exemplo, possui uma maior incidência de ventos de forma constante, o que facilita a produção de energia. Para termos de comparação, o uso dos parques eólicos no Brasil representou 38% na produção de energia, enquanto que no mundo foram 24% (LOSEKANN e HALLACK, 2018).

Na Figura 3 é possível analisar o fator de capacidade em parques eólicos de alguns países selecionados.

**Figura 3** - Fator de capacidade de parques eólicos- países selecionados (%).



Fonte:(LOSEKANN e HALLACK, 2018).

## 1.2 PANORAMA GLOBAL

No ano de 2015, na União Europeia, a energia eólica teve uma capacidade instalada de 140 GW aproximadamente, tendo como a Alemanha a representantede 50% desse valor, seguida pela França, Polônia e Reino Unido. Países como Estados Unidos, China e Espanha lideram a produção e capacidade instalada de energia eólica no mundo (CUNHA, SIQUEIRA, NOGUEIRA e DINIZ, 2019).

No período de 2005 até 2014, no mundo ocorreu um aumento de 525,5% da capacidade instalada, partindo de 59.091MW em 2005 para 369.597MW no ano de 2014.Comparando com o Brasil, a capacidade instalada global representa mais do que o dobro do Brasil (MACEDO, 2017).

No ano de 2015, cerca de 146.975 MW foram gerados. Estados Unidos, Alemanha e China obtiveram valores acima de 50% a capacidade de energia eólica nesse mesmo ano (MACEDO, 2017).

Na Tabela 1 pode ser verificado a capacidade instalada cumulativa em turbinas eólicas dividida por cada país nos anos de 2005, 2013 e 2014.

**Tabela 1** - Mundo – Capacidade Instalada Cumulativa em Turbinas Eólicas (MW), por país – 2005, 2013 e 2014.

Países	Total 2005	%	Total 2013	%	Acréscimo 2014	%	Total 2014	%	Posição no ranking
China	1.260	2,1	91.413	28,7	23.196	45,1	114.609	31,0	1º
EUA	9.149	15,5	61.110	19,2	4.854	9,4	65.879	17,8	2º
Alemanha	18.415	31,2	34.250	10,7	5.279	10,3	39.165	10,6	3º
Espanha	10.028	17,0	22.959	7,2	28	0,1	22.987	6,2	4º
Índia	4.430	7,5	20.150	6,3	2.315	4,5	22.465	6,1	5º
Reino Unido	1.332	2,3	10.711	3,4	1.736	3,4	12.440	3,4	6º
Canadá	683	1,2	7.823	2,5	1.871	3,6	9.694	2,6	7º
França	757	1,3	8.243	2,6	1.042	2,0	9.285	2,5	8º
Itália	1.718	2,9	8.558	2,7	108	0,2	8.663	2,3	9º
Brasil	29	0,0	3.466	1,1	2.472	4,8	5.939	1,6	10º
Suécia	572	1,0	4.382	1,4	1.050	2,0	5.425	1,5	11º
Turquia	NC	-	2.958	0,9	804	1,6	3.763	1,0	14º
<b>Mundo</b>	<b>59.091</b>	<b>100</b>	<b>318.644</b>	<b>100,0</b>	<b>51.473</b>	<b>100,0</b>	<b>369.597</b>	<b>100,0</b>	

Fonte:(MACEDO,2017)

De modo geral, no mundo, foram instalados às redes elétricas cerca de 77,6 GW da recente capacidade de energia eólica no ano de 2022, culminado no crescimento da capacidade instalada de 906 GW, representando um crescimento de 9% em relação ao ano de 2021 (*GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2022*).

Os principais países com grandes mercados em energia eólica em 2022 são a China, Alemanha, Suécia, Brasil e Estados Unidos. Todos esses cinco países equivalem cerca de 71% das instalações em todo mundo (*GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2022*). Aguardando algumas projeções, calcula-se uma margem de 2TW a ser atingido em um prazo aproximado de 7 anos. De acordo com a *GWEC Market*

*Intelligence*, houve um crescimento nos valores a serem alcançados entre 2023 a 2030, os valores giram em torno de 143GW (*GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL*, 2022).

Essas novas projeções ocorreram motivadas pela reforma do plantel de energia na Europa, buscando neutralizar os combustíveis fósseis e incluir energias renováveis, procurando assim uma confiança maior na geração de energia após a invasão da Ucrânia pela Rússia (*GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL*, 2022).

Outra razão que motivou essas novas projeções é o mercado chinês, que teve o compromisso de aumentar ainda mais a instalação de energias renováveis em sua matriz energética, e, houve também um crescimento exponencial na instalação nos Estados Unidos, sendo antecipado em 10 anos, o que acarretou a aprovação do IRA (*GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL*, 2022).

No ano de 2021, a indústria eólica mundial teve seu segundo melhor ano, gerando aproximadamente 94 GW de capacidade, sendo apenas 1,8% menor em relação ao ano de 2020. As projeções até o ano de 2015 é de que esses números quadrupliquem. De modo geral, é preciso reconhecer que a energia eólica está em um caminho muito positivo de crescimento exponencial (ABEEólica, 2021).

### 1.3 PANORAMA NO BRASIL

Nos anos 90, na América Latina, o Brasil foi o país pioneiro na instalação de um aerogerador, porém mais a frente, pouco se investiu nessa área, pelo alto custo de equipamentos e tecnologias na época. No Brasil, as regiões mais promissoras para geração de energia eólica são o Sudeste, Nordeste e Sul. (CASTRO, 2009).

As regiões Nordeste e Norte do Brasil foram privilegiadas com os primeiros projetos para instalação de energia eólica, por causa da alta demanda de energia elétrica nessa região, sendo as mais necessitadas do país (PINTO, MARTINS e PEREIRA, 2017).

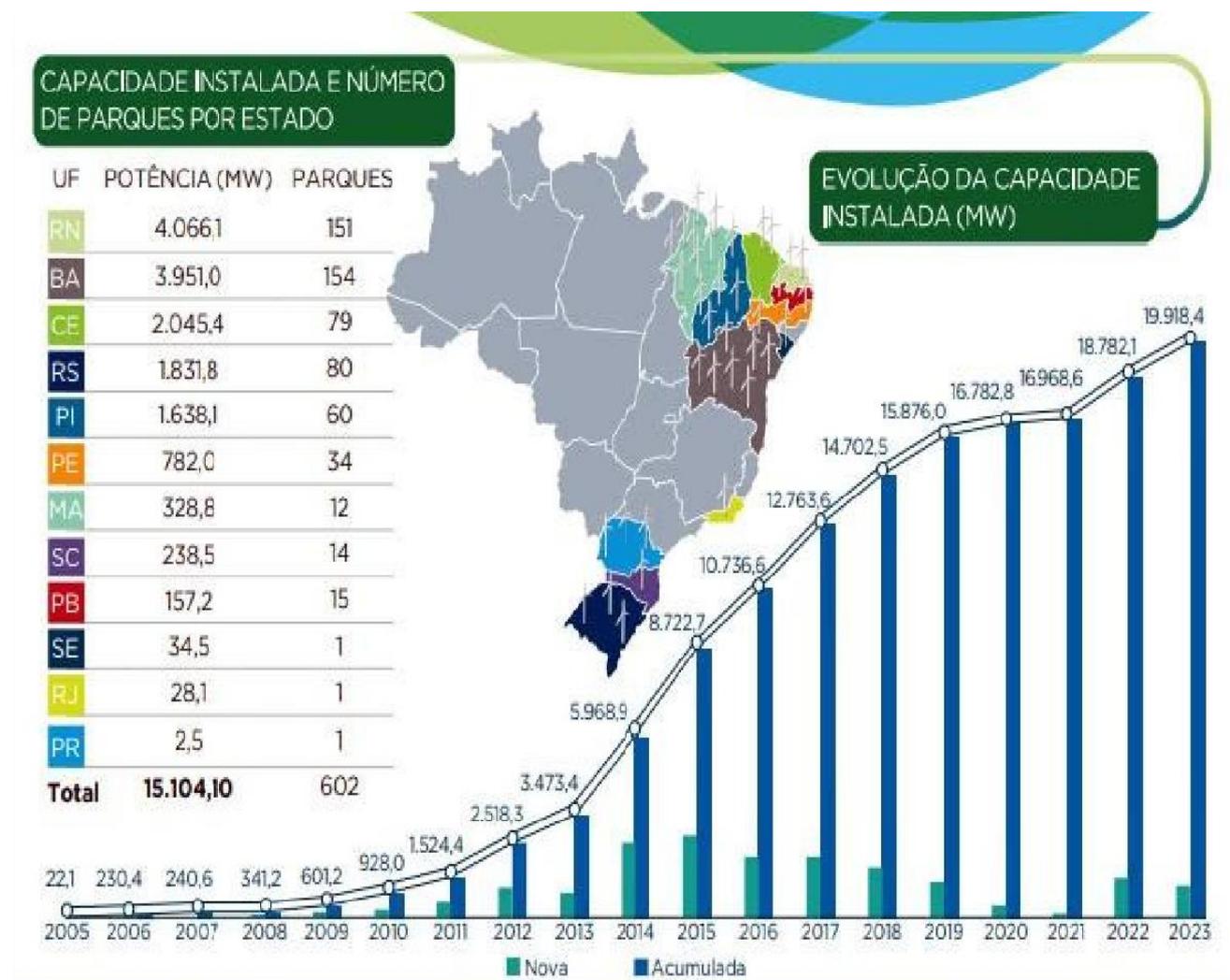
No ano de 1992, em Fernando de Noronha, foi instalado o primeiro aerogerador do Brasil. Segundo dados do Banco de Informações de Geração ANEEL-2016, cerca de 336 usinas de geração de energia eólica estão em pleno funcionamento no Brasil, gerando uma potência instalada de 8195MW (PINTO, MARTINS e PEREIRA, 2017).

No ano de 2001, ocorreu a publicação do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro que identifica regiões com grande potencial eólico no país. Através dessa publicação,

pode-se identificar que no Brasil, grande parte desse potencial se localiza nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. (PINTO, MARTINS e PEREIRA, 2017).

A Figura 4 mostra a capacidade instalada e o número de parques por estado, bem como a evolução da capacidade instalada.

**Figura 4 - Potencial Eólico Brasileiro.**



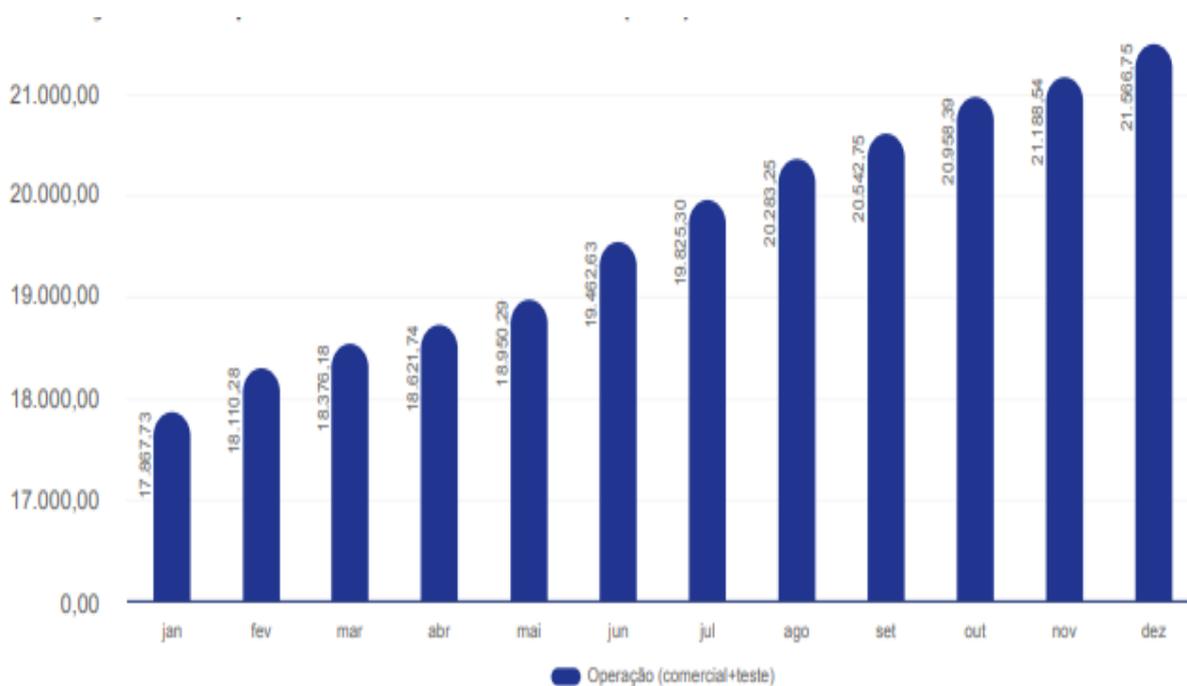
Fonte:(Aneel/ABEEólica).

No Brasil, só no ano de 2021, a geração de energia eólica encerrou o ano com aproximadamente 795 usinas e 21,97 GW de potência instalada, representando gradativamente um crescimento positivo de 21,53% se comparado ao ano anterior, que gerou cerca de 17,75GW (ABEEólica, 2021).

Ainda no mesmo ano, houve cerca de 110 parques eólicos instalados e 1 revogado, obtendo assim cerca de 3,83% de nova capacidade, gerando também recorde na área. Em 2021, o Brasil foi o terceiro país que mais adotou a energia eólica em todo mundo. Em capacidade instalada, o país se instala na sexta posição no ranking mundial (ABEEólica, 2021).

A Figura 5 mostra a evolução da capacidade instalada de parques eólicos no Brasil.

**Figura 5 - Evolução da Capacidade Instalada – 2021 (GW).**

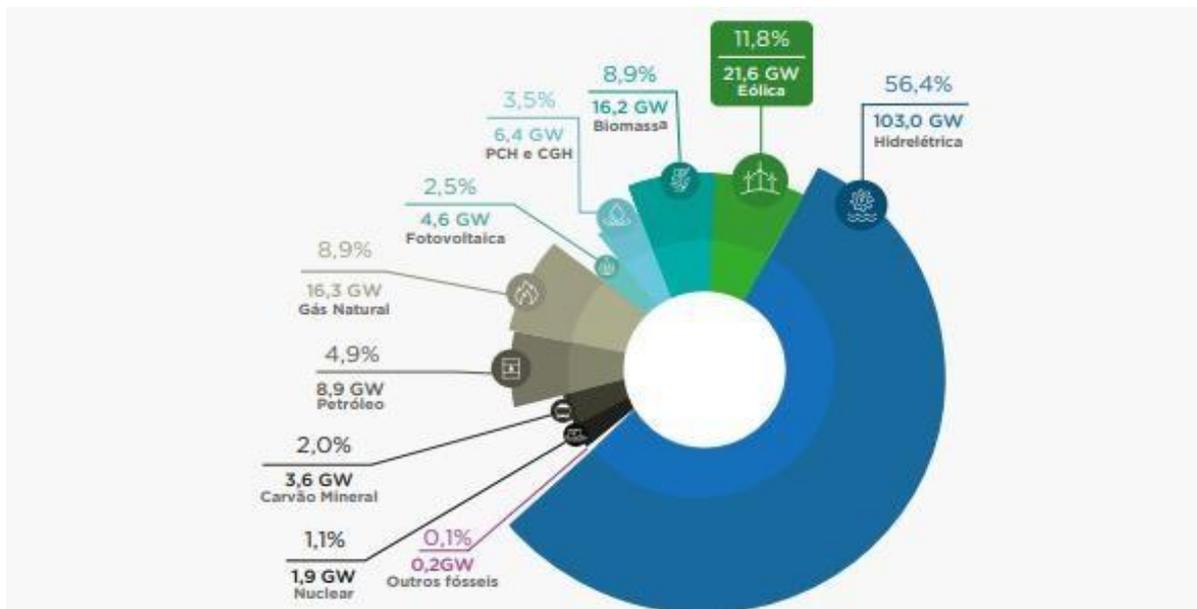


Fonte:(ABEEólica,20121).

De forma abrangente, quando discutimos sobre fontes de energia elétrica, a energia eólica foi a que mais se desenvolveu no ano de 2021, representando cerca de 50,91% da recente capacidade instalada, fazendo com que a energia eólica representasse cerca de 11,8% da matriz elétrica no Brasil. (ABEEólica,2021). Pode-se observar esses dados e a matriz elétrica brasileira

na Figura 6.

**Figura 6** - Matriz Elétrica Brasileira.



Fonte:(ABEEólica,2021).

## 1.4 TIPOS DE ENERGIA EÓLICA

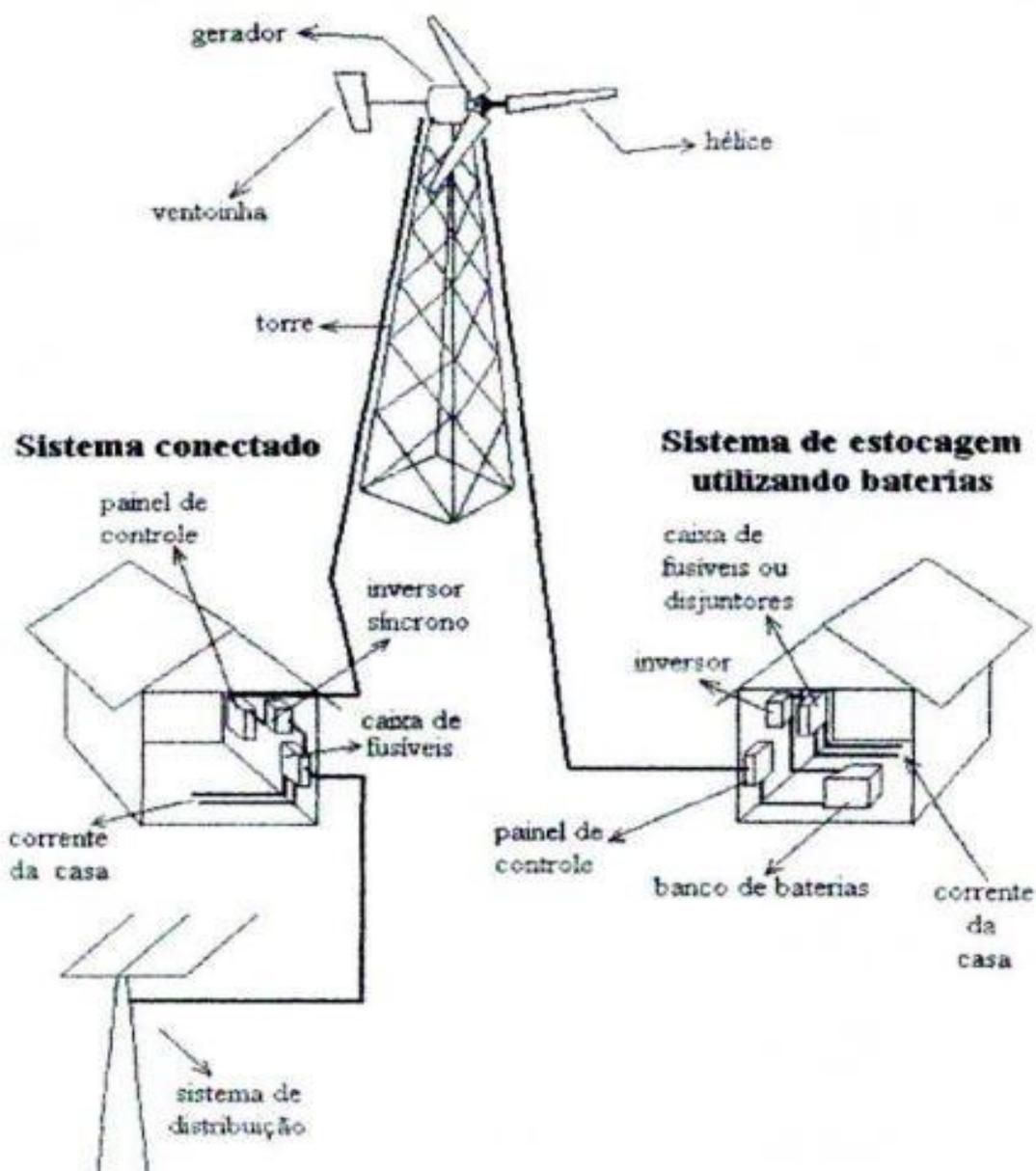
Dentro na energia eólica, para sua produção, temos duas formas, a geração de energia eólica *onshore* e a *offshore*.

### 1.4.1 Onshore

A geração de energia eólica *onshore* nada mais é do a instalação e fixação deturbinas eólicas em terra, fazendo o uso constante da força dos ventos para gerar eletricidade (VAICBERG, VALIATT e QUEIROZ, 2021).

Os componentes das instalações das turbinas eólicas onshore estão listados na figura 7.

Figura 7-Turbina Eólica *onshore*



Fonte:(ASSIS, 2010)

O projeto para geração de energia eólica compõe inúmeros componentes quem tem por objetivo funcionar de forma harmônica para se obter uma eficiência e rendimento maior (ASSIS, 2010).

Na natureza, precisamos da força dos ventos, já no equipamento, alguns componentes são necessários para o amplo funcionamento, como o rotor, que é

tem o objetivo de transformar energia cinética para mecânica. Temos a transmissão e a caixa multiplicadora, cuja função é transferir a energia mecânica até a carga. (ASSIS, 2010).

O responsável pela transformação de energia mecânica para elétrica é o gerador elétrico. Os mecanismos de controle são responsáveis para a orientação do rotor, ajustando sua velocidade e controle da carga. Para o armazenamento de energia para a geração de energia firme, é instalado um sistema de armazenamento. Por fim, temos o transformador, que responsável pela junção elétrica entre a rede e o aerogerador (ASSIS, 2010).

Para que os sistemas comecem a gerar energia, existe uma determinada velocidade de entrada, sendo obrigado superar algumas perdas. Assim que o equipamento busca a velocidade de corte, é acionado um mecanismo de proteção, necessário para não ocasionar danos à estrutura e ao rotor. Em um projeto eólico, o rendimento máximo é alcançado por uma velocidade nominal (ASSIS, 2010).

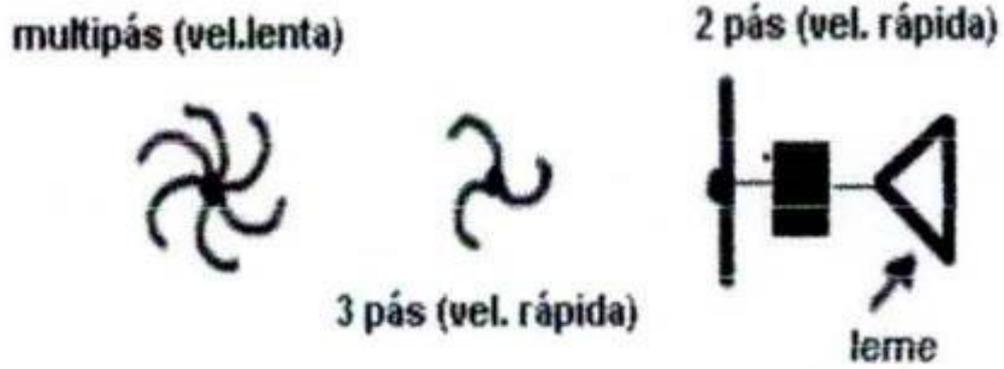
Nas instalações eólicas, são utilizados os sistemas isolados, híbridos e sistemas interligados à rede. O sistema isolado usa formas de armazenamento de energia feito por baterias ou energia potencial gravitacional, tendo a função de acumular a água bombeada para futuras utilizações (ASSIS, 2010).

Os sistemas híbridos possuem mais de uma fonte de energia, isso acarreta uma otimização no sistema por sua complexidade. Os sistemas ligados à rede precisam de armazenamento de energia, isso se dá porque a geração é enviada diretamente a rede de energia elétrica (ASSIS, 2010).

Na instalação de energia eólica *onshore*, temos dois tipos de turbina, as horizontais e verticais. As turbinas verticais quase não são utilizadas, isso se dá pois o aproveitamento do vento é muito menor. Já as turbinas horizontais são as mais utilizadas. São compostas de uma a quatro pás ou multipás. (ASSIS, 2010).

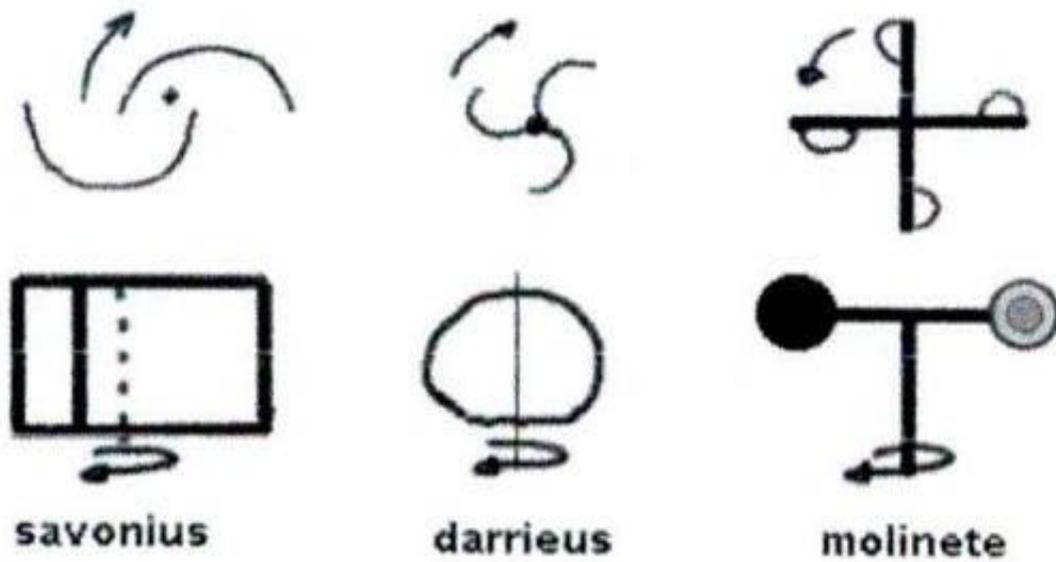
Na figura 8 podemos ver a turbina eólica horizontal, e na figura 9 a turbina eólica vertical.

Figura 8 - Turbina eólica horizontal.



Fonte:(ASSIS,P.T,2010)

Figura 9 - Turbina eólica vertical.



Fonte:(ASSIS, 2010).

### 1.4.2 Offshore

A energia eólica *offshore* nada mais é do que a geração de energia através de turbinas instaladas sobre o mar, com o uso de sistemas do vento em alta rotação. Geralmente são fixadas em localizações planejadas da costa, sendo que sua fixação depende das características do local a ser implantado (VAICBERG, VALIATT e QUEIROZ, 2021). Na figura 10 pode-se observar com mais clareza onde é instalada a turbina eólica *offshore*.

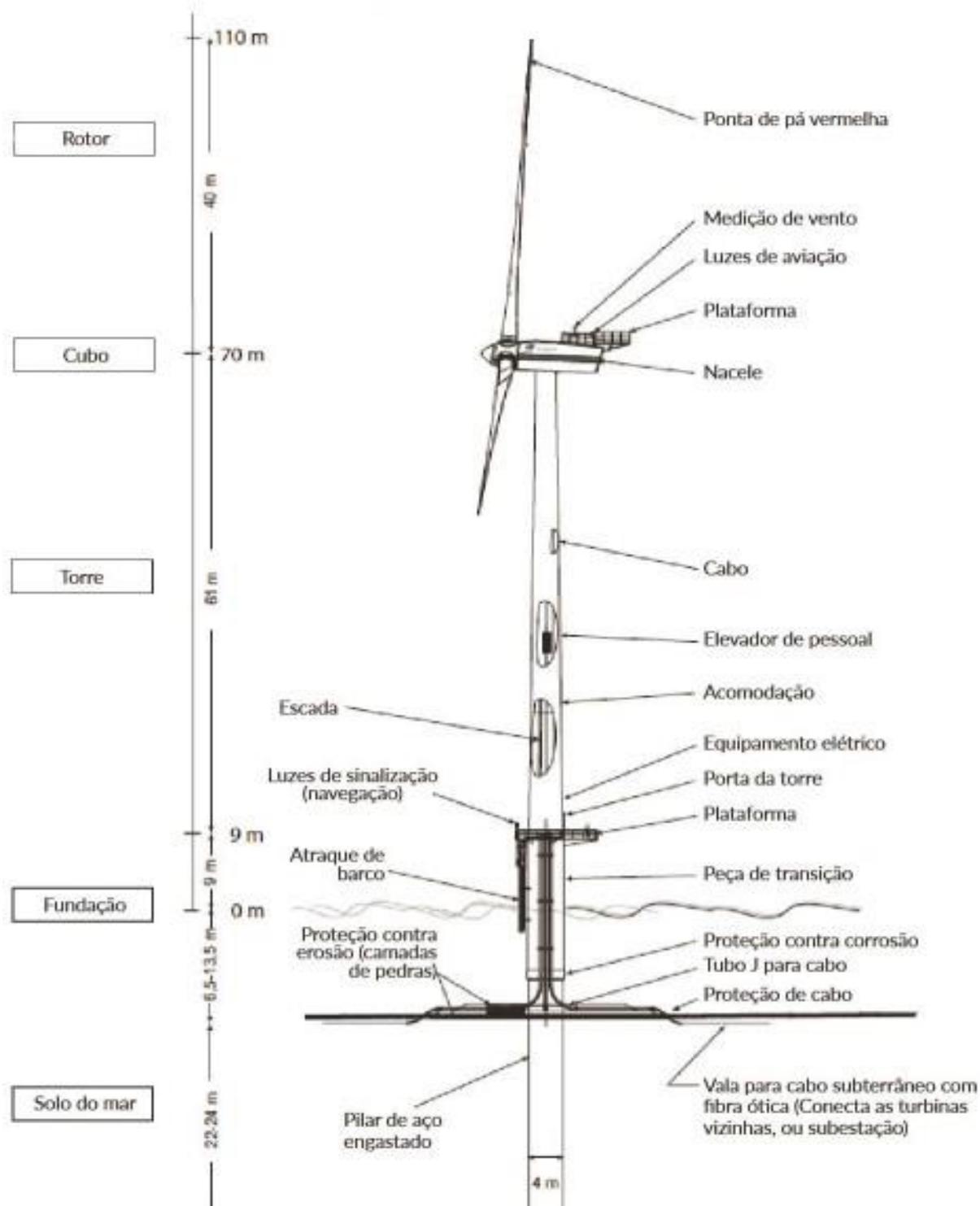
**Figura 10** - Energia Eólica *Offshore*



Fonte:(BARBOSA, 2018)

Na figura 11 é possível verificar e entender os principais componentes de uma instalação eólica offshore.

**Figura 11** – Principais componentes de uma turbina eólica offshore.



Fonte:(BARBOSA, 2018)

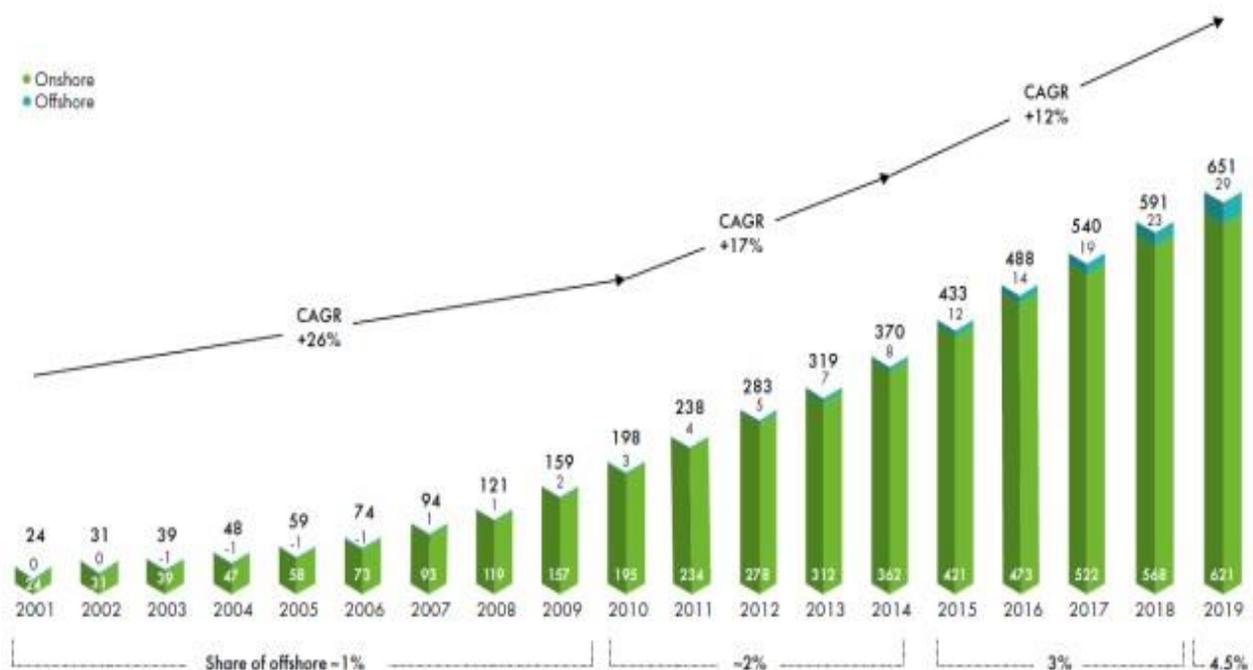
Até o ano de 2021, ainda não havia instalações *offshore* no Brasil, porém é possível encontrar projetos para a costa nordestina brasileira, e para isso, vários processos precisam acontecer, como logísticos e jurídicos. (VAICBERG, VALIATT e QUEIROZ, 2021).

No cenário mundial, de acordo com o Conselho Global de Energia Eólica(GWEC), no ano de 2019, foram instalados cerca de 60,4GW de capacidade de geração de energia eólica, sendo que aproximadamente cerca de 6,1GW são de parques *offshore*, acrescentando 10% em relação ao ano de 2018. (VAICBERG, VALIATT e QUEIROZ, 2021).

Para a produção e energia eólica *offshore*, o Reino Unido lidera o ranking mundial, porém com projeções até o ano de 2050, acredita-se que a China possa liderar esses parâmetros. (VAICBERG, VALIATT e QUEIROZ, 2021).

Na figura 12, podemos ver um comparativo no crescimento acumulado de energia eólica *onshore* e *offshore* no mundo.

**Figura 12** – Crescimento acumulado de instalações *onshore* e *offshore*.



Fonte:(TORRES, 2020).

No ano de 1991, na Dinamarca, foi desenvolvido o primeiro parque eólico *offshore* em todo mundo, nomeado *Vindeby Offshore Wind Park*. Seu desenvolvimento se deu para a provação de que este tipo de energia era viável de fato (VAICBERG, VALIATT e QUEIROZ, 2021).

Durante 25 anos aproximadamente, suas instalações se mantiveram ativas, afirmando verdadeiramente sua viabilidade. Nove anos mais tarde, foi desenvolvido e construído o parque eólico em Middelgruden, na Dinamarca. Este parque tinha destaque, pois era na época o maior em todo mundo, possuindo cerca de 20 turbinas, gerando uma capacidade de 40 MW (VAICBERG, VALIATT e QUEIROZ, 2021).

Ainda no mesmo ano, no Reino Unido, foi desenvolvido seu primeiro parque eólico, que era composto de duas turbinas gerando uma capacidade de 4MW. Nesse mesmo parque foi utilizado o sistema *float and submerge*, tecnologia que oferecia as turbinas seu deslocamento, diminuindo custos na instalação e evitando a construção de fundações no mar (VAICBERG, VALIATT e QUEIROZ, 2021).

## 2 MEIO AMBIENTE E IMPORTÂNCIA DA ENERGIA EÓLICA

De acordo com a história, a energia através dos ventos vem sendo utilizada pela humanidade a milhares de anos, como a movimentação de embarcações, movimentar serrarias e outras aplicações. Apenas no século XIX tivemos a utilização dos ventos para a geração de energia eólica, sendo que a primeira turbina eólica foi desenvolvida por Charles Brush e também por Poul La Cour, sendo considerados os precursores do aerogerador (DALMOS, PASSOS e COLLE, 2008).

A alguns anos, enfrentamos grandes problemas com a produção de energia elétrica quando diz respeito o meio ambiente, isso porque a maioria das fontes o agride. Deste modo, foram criadas as fontes de energia renováveis, como a energia eólica, que é uma peça chave muito importante na resolução deste problema. (DALMOS, PASSOS e COLLE, 2008).

Após a crise do petróleo, a energia eólica obteve um salto importante para a geração de energia, e conseqüentemente inúmeros países passaram a aderir a novas fontes de geração de energia, fazendo com que a energia eólica obtivesse

destaque entre as demais, principalmente na Alemanha, Dinamarca, Estados Unidos e Espanha (DALMOS, PASSOS e COLLE, 2008).

Outro problema que enfrentado para a geração de energia em alguns setores é a emissão de gases do efeito estufa, sendo uma questão de preocupação mundial, pois estamos enfrentando também mudanças climáticas ocasionadas pela emissão desses gases, favorecendo assim o aquecimento global no planeta. (MOREIRA, VIANA, OLIVEIRA e VIDAL, 2013)

O Brasil vem sendo um país destaque nesses pontos, pois houve uma drástica queda na emissão de gases se comparado outros países. Isso só é possível porque o Brasil tem grande participação na geração de energia limpa (MOREIRA, VIANA, OLIVEIRA e VIDAL, 2013)

Para suprir necessidades quando se fala de energia elétrica, que para sua geração, existe impactos ambientais de maiores ou menores incidência. Um excelente exemplo é a produção de energia hidráulica, através de represas, que para sua construção, muda completamente a natureza onde está instalada, afetando a fauna, flora, população ribeirinha (MOREIRA, VIANA, OLIVEIRA e VIDAL, 2013).

No caso das usinas térmicas, na queima do petróleo e carvão, a emissão de gases do efeito estufa é extremamente alta, sendo citado no protocolo de Quioto em 1992 como elementos que agravam o aquecimento global. A energia eólica oferece um grau de risco muito pequeno ao meio ambiente por ser uma fonte de geração de energia renovável de forma natural. (MOREIRA, VIANA, OLIVEIRA e VIDAL, 2013).

### **3 VANTAGENS E BENEFÍCIOS DA ENERGIA EÓLICA**

Quando se fala de energia eólica, para o ambiente, a não emissão de gases na atmosfera é o maior benefício. O maior responsável pelo efeito estufa é o dióxido de carbono, causando mudanças climáticas extremas e péssimas consequências. A atualizada geração eólica oferece um balanço energético muito positivo na emissão de gases (TERCIOTE, 2002).

Outros fatores que favorecem a energia eólica é diminuição do uso de recursos fósseis, pois a força dos ventos é extremamente abundante. A emissão de gases poluentes tem uma taxa muito pequena, o que não ocasiona

mudanças climáticas como chuva ácida por exemplo. Outro fator interessante é o pequeno espaço utilizado, o que não proíbe o uso do mesmo local por criadores de gado, ovinos e outros (TERCIOTE, 2002).

Devido ao crescimento na emissão de CO<sub>2</sub> e demais gases que ocasionam o efeito estufa, inúmeros países tiveram uma mobilização a fim de encontrar métodos que mudassem essa realidade e diminuir ao máximo a emissão de gases para a atmosfera (TERCIOTE, 2002).

Na energia eólica, uma turbina de 600 KW, situada em um local com boas incidências de ventos e obtendo uma boa capacidade de geração, pode reduzir a emissão de cerca de 20.000 a 36.000 toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera (TERCIOTE, 2002).

Alguns outros fatores também favorecem a implementação da energia eólica, como a geração de empregos em seu local de instalação, geração de investimentos em áreas com poucos recursos, melhorando assim a qualidade de vida da população, diminuição da dependência de fontes de energia do exterior. (SIMÕES, 2015)

#### **4 DESVANTAGENS DA ENERGIA EÓLICA**

Infelizmente, mesmo pelo fato de que a energia eólica ser uma fonte de energia elétrica limpa e não afetar diretamente o meio ambiente, temos alguns pontos negativos. Um dos pontos é o problema com pássaros, onde há colisões com os equipamentos, ocasionando a diminuição dos mesmos na área, porém a incidência de pássaros vai depender especificamente de cada área (TERCIOTE, 2002).

Outra desvantagem é a poluição sonora, ou seja, o ruído causado pelas turbinas eólicas, sendo tema de discussão pelas autoridades na década de 80. Com o avanço da tecnologia, houve uma diminuição significativa do ruído produzido pelos aerogeradores (TERCIOTE, 2002).

O ruído causado por essas turbinas é proveniente da aerodinâmica e sua mecânica. Outra tecnologia utilizada para a diminuição do ruído é o uso de um gerador elétrico multipolo, o que dispensa o uso de engrenagens, aumentando assim a velocidade (TERCIOTE, 2002).

Como não há a utilização de engrenagens no sistema, que é o principal

ocasionador de ruídos, as turbinas que utilizam o sistema multipolo são eventualmente mais silenciosas, diminuindo assim a poluição sonora em seu local de instalação (TERCIOTE, 2002).

A intermitência, ou seja, o vento não é constante quando é necessário para a movimentação do aerogerador e conseqüentemente geração de energia, fazendo com que sua integração se torne mais difícil (SIMÕES, 2015).

Poluição visual também é um ponto negativo bastante considerável, especificamente para a população que reside próximo a esses aerogeradores, gerando uma mudança drástica da paisagem local (SIMÕES, 2015).

## **5 EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA NO BRASIL**

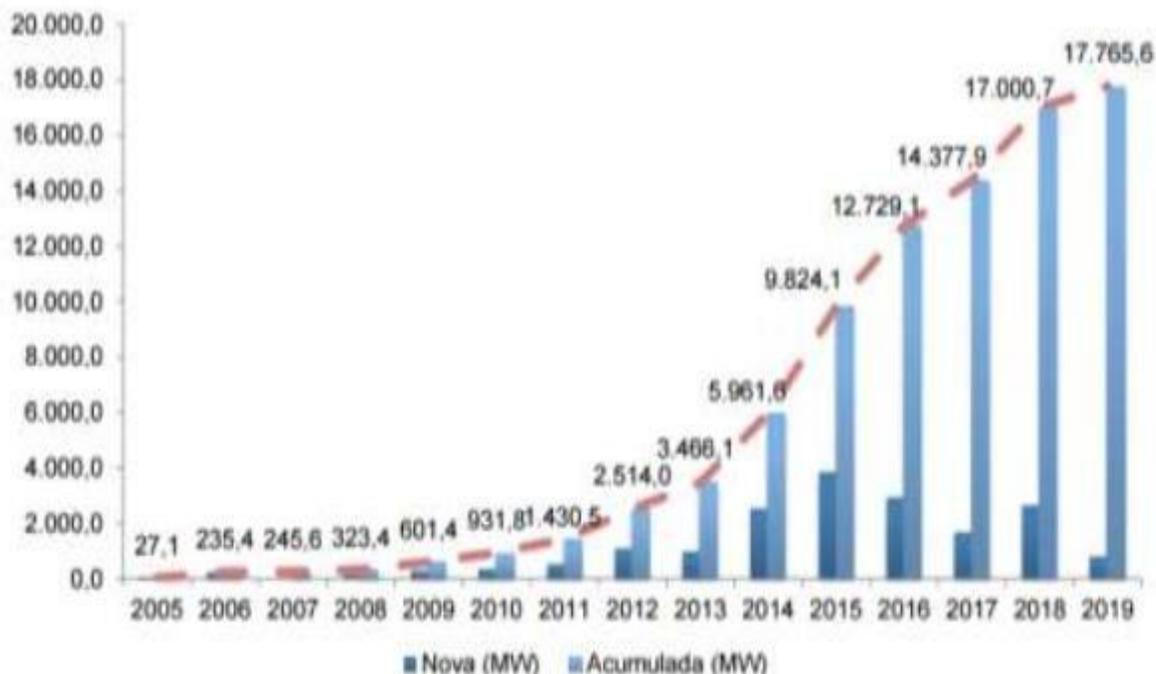
De acordo com dados da ABEEólica, no ano de 2020, o Brasil desenvolveu uma capacidade instalada de energia eólica de forma positiva a partir de leilões de comercialização de energia, que ocorreu em meados do ano de 2009 pelo LER (Leilão de Energia de Reserva) (SAMPAIO e BATISTA, 2021).

A evolução e disseminação da energia eólica no Brasil se deu a qualidade de recursos em regiões como Sudeste e Nordeste, tendo também um alto fator de capacidade das fontes eólicas identificadas no Brasil. De 2017 a 2018, o fator nacional girou em torno de 41,8% enquanto os valores mundiais ficaram em torno de 25% (SAMPAIO e BATISTA, 2021).

A região Nordeste brasileira se destaca na matriz elétrica no país, onde também se localiza o maior potencial de geração de energia eólica. De modo geral, cerca de 1026 parques eólicos instalados. Baseado em dados da ABEEólica, no ano de 2019, a capacidade média mundial cresceu cerca de 34%, enquanto que no Brasil, houve um crescimento de 42,7% (SAMPAIO e BATISTA, 2021).

No Gráfico 1 podemos ver a evolução da capacidade instalada.

**Gráfico 1** - Evolução da capacidade instalada.



Fonte:(SAMPAIO e BATISTA, 2021).

## 5.1 RESULTADOS DO BRASIL NO SETOR EÓLICO

A energia eólica é a segunda colocada na matriz energética brasileira, sendo que houve um crescimento muito positivo no setor eólico nos últimos anos, cerca de 600 parques eólicos instalados em pleno funcionamento, sendo que o consumo de energia elétrica no sudeste e nordeste está crescendo gradativamente (SAMPAIO e BATISTA, 2021).

Pode-se observar uma grande variação entre os estados, sendo de acordo com a Tabela 2, Bahia e Rio Grande do Norte com maior quantitativo de fonte eólica em operação, podendo ser visto na Tabela 3 os mesmos dois estados citados, aqueles que possuem também maior número de unidades em construção.

**Tabela 2.** Capacidade energética brasileira com fonte eólica em operação.

UF	Potência Outorgada (kw)	Potência Fiscalizada (kw)	Quantidade	% (Pot. Outorgada)
BA	4437375.64	4415115.64	178	100%
CE	2188840	2177964	86	100%
MA	426022.5	426022.5	16	100%
MG	156	156	1	100%
PE	800365	783985	35	100%
PB	157200	157200	15	100%
PI	1764100	1745200	64	100%
PR	2500	2500	1	100%
RJ	28050	28050	1	100%
RN	4672366	4672366	169	100%
RS	1835891.98	1832091.98	81	100%
SC	245499.5	245499.5	16	100%
SE	34500	34500	1	100%
SP	2.24	2.24	1	100%
<b>Total</b>	<b>16592868.86</b>	<b>16520652.86</b>	<b>665</b>	<b>100%</b>

Fonte:(SAMPAIO e BATISTA, 2021).

**Tabela 3.** Capacidade energética brasileira com fonte eólica em construção não iniciada.

UF	Potência Outorgada (kw)	Potência Fiscalizada (kw)	Quantidade	% (Pot. Outorgada)
BA	2843210	0	80	100%
CE	238200	0	9	100%
PB	329175	0	9	100%
PE	275400	0	7	100%
PB	329175	0	9	100%
PI	1251800	0	28	100%
RN	3271375	0	85	100%
<b>Total</b>	<b>8209160</b>	<b>0</b>	<b>218</b>	<b>100%</b>

Fonte:(SAMPAIO e BATISTA, 2021)

## 6 CONCLUSÃO

Devido à grande demanda e aumento no consumo de energia elétrica, há a necessidade de inclusão de novas fontes para a produção de energia. Isso ocorre devido ao aumento da população mundial, que cresce gradativamente ao redor do globo, e também pela alta taxa de industrialização das metrópoles. O surgimento de fábricas e indústria e a alta taxa de automação das mesmas exige um maior consumo de energia elétrica para suprir suas necessidades para que não haja prejuízos em suas linhas de produção.

Um aspecto que força a humanidade demandar fontes de energia renováveis é a preservação do meio ambiente, que a muito tempo vem se degradando através da geração de energia não renovável e logicamente em outros setores também. Com grandes mudanças climáticas ocasionadas pela emissão de gases do efeito estufa, temos hoje o chamado aquecimento global, fator que demandou protocolos que sancionou leis a fim de reduzir essa alta taxa incidência de emissão de gases na atmosfera.

No Brasil a maior fonte de energia elétrica é a hidráulica, porém, baseado nesse estudo, é possível afirmar que o país tem um grande potencial na produção de energia renovável, tendo a energia eólica como seu referencial para outros países.

Outro fator muito positivo também é que Brasil é um país que possui muitos fatores para a produção de energia eólica, como sua geografia, área litorânea com alta incidência de ventos, entre outros.

Baseado nesse estudo, é possível afirmar que a energia eólica possui fatos que podem fazê-la se destacar na matriz elétrica do país, como sua não emissão de gases do efeito estufa, socialização com outros meios de renda como agricultura e pecuária, geração de empregos, busca de novos investimento para locais compoucos recursos e melhorando a qualidade de vida da população e evitando também uma dependência na compra de energia elétrica de outros países.

Para que seja possível engrenar de vez as fontes renováveis de energia elétrica no Brasil, há a necessidade no desenvolvimento de novas tecnologias para o aperfeiçoamento dos equipamentos para se obter resultados ainda

---

melhores, pois o consumo de energia elétrica vem sendo ainda mais elevado.

Mesmo possuindo números excelentes em sua capacidade de geração, a energia eólica ainda enfrenta dificuldades por causa de seu alto investimento, o vento não constante e a não aceitação por parte de algumas empresas, porém, ela vai ser uma realidade e uma válvula de escape nos próximos anos para que seja possível evitar uma possível crise de energia elétrica futuramente.

Levando em consideração todos os aspectos abordados nesse estudo, podemos concluir que a necessidade de novas fontes de energia elétrica é um fato consumado, e, isso se deve ao alto consumo de energia, que aumentou exponencialmente nos últimos anos. A fim de solucionar ou evitar problemas futuro, é possível afirmar que a energia eólica é uma excelente opção na produção de uma energia limpa, e que futuramente, ela e outras fontes de energia renováveis irão ser as principais fontes na produção e abastecimento de energia elétrica no mundo.

## **ABSTRACT**

The main objective of this study is to provide a bibliographic review on the wind energy landscape in Brazil, including its facilitators and challenges for its implementation and consolidation as a renewable energy source. Initially, a brief story about the creation of wind energy is highlighted, highlighting renewable and non-renewable sources, and the great need to seek new sources for the production of clean electricity. This study addresses the beginnings of wind energy in Brazil, how and where it started, citing the global and Brazilian panorama of wind energy, highlighting its development, creation, implementation, challenges, facilitators in general and growing numbers. Through this work, it is possible to verify the electric matrix of Brazil and its potential for the generation of electric energy through renewable sources such as wind energy, the main theme of this study. The types of wind energy, onshore and offshore, are also analyzed.

**Keywords:** Wind efficiency, renewable sources, electrical matrix, electrical energy.

---

## REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA - Associação Brasileira de Energia Eólica. **Os bons ventos do Brasil**. Disponível em: <<https://abeeolica.org.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2023.

ASSIS, Patrícia Tomaz de. **Viabilidade Da Captação De Energia Eólica Nos Oceanos (Offshore) X (Energia Onshore)**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário do Sul de Minas Varginha, 2010. Disponível em <<http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1615>> Acesso em: 01 jun. 2023.

CASTRO, RMG. **Introdução à energia eólica: Energias Renováveis e Produção Descentralizada**. Edição 4. Universidade Técnica de Lisboa, 2009. Disponível em <[http://ead2.ctgas.com.br/a\\_rquivos/aperfeicoamento/MedicaoAnemometrica/Biblioteca/Livros/Introducao\\_a\\_Energia\\_Eolica.pdf](http://ead2.ctgas.com.br/a_rquivos/aperfeicoamento/MedicaoAnemometrica/Biblioteca/Livros/Introducao_a_Energia_Eolica.pdf)> Acesso em: 01 jun. 2023.

CUNHA, Eduardo Argon Aires et al. **Aspectos históricos da energia eólica no Brasil eno mundo**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, Cascavel, Paraná, v. 8, n. 4, p. 689-697, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/65759>> Acesso em: 01 jun. 2023.

DALMAZ, Alessandro et al. **Energia eólica para geração de eletricidade e a importância da previsão**. Revista ABCM–Engenharia, Florianópolis, SC, v. 13, n. 1, p. 27-32, 2008. Disponível em : <[https://www.researchgate.net/profile/Julio-Passos/publication/267948488\\_ENERGIA\\_EOLICA\\_PARA\\_GERACAO\\_DE\\_ELETRICIDADE\\_E\\_A\\_IMPORTANCIA\\_DA/links/597f3126458515687b4a5334/ENERGIA-EOLICA-PARA-GERACAO-DE-ELETRICIDADE-E-A-IMPORTANCIA-DA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Julio-Passos/publication/267948488_ENERGIA_EOLICA_PARA_GERACAO_DE_ELETRICIDADE_E_A_IMPORTANCIA_DA/links/597f3126458515687b4a5334/ENERGIA-EOLICA-PARA-GERACAO-DE-ELETRICIDADE-E-A-IMPORTANCIA-DA.pdf)> Acesso em: 01 jun. 2023.

ROCHA, Josy Anne dos Santos; ZATTAR, Izabel Cristina; SELEME, Robson. **O estado da arte em patentes verdes relativas às tecnologias eólica e solar**. Revista Exacta, São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/22365/10061>> Acesso em: 01 jun. 2023.

DOS SANTOS, Rodrigo Miguel; DE SÁ RODRIGUES, Marilsa; CARNIELLO, Monica Franchi. **Energia e sustentabilidade: panorama da matriz energética brasileira**. Scientia: Revista Científica Multidisciplinar, v. 6, n. 1, p. 13-33, 2021. Disponível em: <<https://homologacao.revistas.uneb.br/index.php/scientia/article/view/9396/7456>> Acesso em: 01 jun. 2023.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Wind Report 2022. Disponível em: <https://gwec.net/global-wind-report-2022/>. Acesso em: 02 jun. 2023.

LOSEKANN, Luciano; HALLACK, Michelle Carvalho M. **Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, p. 631-655, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8446/1/Novas%20energias%20renov%C3%A1veis%20no%20Brasil\\_desafios%20e%20oportunidades.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8446/1/Novas%20energias%20renov%C3%A1veis%20no%20Brasil_desafios%20e%20oportunidades.pdf). Acesso em: 01 jun. 2023.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. Estudos avançados, v. 27, p. 99-116, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/RTVwH7KyhtcgdPMGvDrCC3G/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 jun. 2023.

MOREIRA, Roseilda Nunes et al. **Energia eólica no quintal da nossa casa?! Percepção ambiental dos impactos sociambientais na instalação e operação de uma usina na comunidade de sítio do Cumbe em Aracati-CE**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Ceará, v. 2, n. 1, p. 45-73, 2013. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/9773>. Acesso em: 01 jun. 2023.

PINTO, Lucía Iracema Chipponelli; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno. **O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais**. Revista Ambiente & Água, São Paulo, v. 12, p. 1082-1100, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhvh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 jun. 2023.

SAMPAIO, Keila Regina Alves; BATISTA, Valmir. **O atual cenário da produção de energia eólica no Brasil: Uma revisão de literatura**. Research, Society and Development, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12107/10881>. Acesso em: 01 jun. 2023.

SIMÕES, Sara Cristina Domingos. **Caracterização do ruído produzido por um parque eólico: efeito sobre a população**. Tese de Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho - Instituto Politécnico de Setúbal, 2015. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/10518>. Acesso em: 01 de jun. 2023.

---

TERCIOTE, Ricardo. A energia eólica e o meio ambiente. **Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC00000002200200100002&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC00000002200200100002&script=sci_arttext&lng=pt)>. Acesso em: 01 jun. 2023.

VAICBERG, Henrique; VALIATT, Gian; FERREIRA, Matheus. **Energia eólica offshore**: Um overview do cenário global e o contexto brasileiro. Revista de Direito e Negócios Internacionais da Maritime Law Academy-International Law and Business Review, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 114-143, 202, 2021. Disponível em: <<https://mlawreview.emnuvens.com.br/mlaw/article/view/6>>. Acesso em: 01 de jun. 2023.

TORRES, Rafael. **Viabilidade Econômica para Escolha de Tecnologia em Projeto de Energia Eólica Offshore**. Estudo de sensibilidade para escolha de projetos de energia eólica offshore, PUCRIO, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://iepuc.puc-rio.br/dados/files/185121-1-Rafael-Gabriel.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2023.

BARBOSA, Robson. **Inserção da energia eólica offshore no Brasil**: análise de princípios e experiências regulatórias. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, SP 2018. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-10042019-150844/publico/Tese\\_Robson\\_Barbosa.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-10042019-150844/publico/Tese_Robson_Barbosa.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2023.