

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MURILO MENEZES LIMA GONÇALVES

GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

CURITIBA

2021

MURILO MENEZES LIMA GONÇALVES

## GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Trabalho de conclusão de curso (TCC), apresentado ao curso de MBA em Gestão Estratégica de Energias Naturais Renováveis, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias (PECCA), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Energias Renováveis.

Orientador/Professor: Prof. Dr. Marcelo Langer.

CURITIBA

2021

## GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Murilo Menezes Lima Gonçalves

### RESUMO

Este artigo tem por objeto de pesquisa analisar os benefícios obtidos a partir da geração de energia eólica, aspectos regulatórios do setor e quais são os desafios que geram incertezas na implementação de projetos, em especial *offshore* no Brasil. Foi feita uma revisão sistemática para avaliar o potencial eólico brasileiro, levantar os aspectos e entender a realidade atual, os fatores que levam a falta de respaldo legal e que resultam na falta de empresas interessadas para investirem em novas usinas, e as estimativas do setor para os próximos anos. Com isso foi possível identificar problemas de distribuição que afetam a capacidade de as usinas comercializarem a energia gerada, em especial o denominado *constrained off*, que consiste na impossibilidade da distribuição da energia gerada por incapacidade do Sistema Interligado Nacional – SIN. Entretanto, no estado do Rio de Janeiro, o setor está em expansão devido às empresas possuírem facilidade de utilizar a energia de outra forma, sem ser com venda direta ao Sistema Interligado Nacional. Assim, se faz necessário uma regulamentação nacional para que seja possível a exploração de todo o potencial brasileiro de geração de energia eólica offshore.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Energias Renováveis. Processo Regulatório. *Constrained off*.

### ABSTRACT

This article is a research object to analyse the benefits obtained from the generation of wind energy, the area regulatory aspects and what are the challenges that generate uncertainties in the implementation of projects, focussed offshore on Brazil. A systematic review was carried out to assess the Brazilian wind potential,

raise the aspects and understand the current reality, the factors that lead to the lack of legal support and that result in the lack of companies identified to invest in new plants, and the characteristics of the sector to the next few years. With this, it was possible to identify distribution problems that affect the capacity of plants to commercialize the energy generated, the so-called constrained off, which consists of the impossibility of distributing generated energy due to the inability of the National Interconnected System - SIN. However, in the Rio de Janeiro state, the area is expanding because companies can use energy in another way, without being directly sold to the National Interconnected System. Thus, a national need is necessary so that it is possible to explore the entire Brazilian potential for offshore wind energy generation.

Key words: Sustainability. Renewable energy. Regulatory process. Constrained off.

## 1 INTRODUÇÃO

Os conceitos de sustentabilidade estão sendo mais discutidos à medida que os impactos ambientais estão afetando a humanidade. A Organização Não Governamental (ONG) *World Wildlife Fund* WWF (2021) aponta que “a perspectiva mais otimista para o aumento nas emissões de dióxido de carbono é que as concentrações na atmosfera atingirão em 2100 o dobro dos níveis anteriores à Revolução Industrial”.

Muitos países inclusive o Brasil, já consideram a energia eólica uma saída inteligente e sustentável em um mundo que está com uma demanda crescente de energia, porém, existem algumas incertezas neste modelo de geração de energia. “A principal incerteza para o futuro da fonte eólica *offshore* é o ritmo com que a redução dos custos irá se materializar” (Empresa de Pesquisa Energética - EPE ROADMAP, 2020, p. 56), ou seja, quando será possível obter uma revisão de retorno de investimentos atrativos para despertar maior interesse das empresas.

Segundo Relatório anual da Associação Brasileira de Energia Eólica – Abeeólica (2020), a energia eólica apresenta vantagens no que tange aspectos

sociais e ambientais frente aos outros tipos de fontes para a geração de energias, tais como: baixo impacto ambiental em suas fases de instalação e operação; baixa emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) nos parques eólicos; melhores custos-benefícios na tarifa de energia; gera renda e melhoria de vida para proprietários de terra com arrendamento para colocação das torres (*onshore*); a produção de energia eólica coexiste com outras atividades; fortalece e amplia as cadeias produtivas locais entre outros benefícios.

No Brasil existe grande potencial de exploração deste modelo, principalmente se tratando de geração eólica *offshore*; o estudo *roadmap* eólica *offshore* da EPE (2020), indica que em todo o litoral existe potencial exploratório, cada região a uma altura específica, porém, até o momento a capacidade estimada é de aproximadamente 1.780 GW para a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) (EPE, 2020).

Entretanto, os principais desafios da energia eólica *offshore*, especificamente em um país que inicia a sua adoção, são o custo da energia das primeiras usinas e o processo regulatório na concessão e licenciamentos (EPE, 2020).

Com a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004 e o Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004 que regulamentaram a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica oriunda de qualquer fonte. Essas concessões e autorizações se dão por meio de leilões e quem os realiza é a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, por delegação do governo, que define o critério de menor tarifa é utilizado para definir os vencedores do certame, visando à eficiência na contratação de energia (ANEEL, 2021).

A EPE (2020) alerta que ainda se faz necessário amadurecer os aspectos regulatórios para inserção da energia eólica *offshore* no Brasil, além da questão da distribuição da energia, a existência de particularidades no regramento já existente pode ser aplicada aos novos empreendimentos.

Identificam-se possíveis espaços para aperfeiçoamento das normas legais vigentes e para criação de regulação específica sobre a matéria conforme apontado no relatório *roadmap* eólica *offshore* Brasil (EPE, 2020).

O cenário no estado do Rio de Janeiro acerca da energia eólica apresenta uma usina *onshore* implementada e quatro projetos *offshore* que estão em fase de desenvolvimento: Ventos do Açú, Maravilha, Aracatu I e Aracatu II. No âmbito

nacional, esses projetos encontram-se entre os seis maiores em capacidade de geração no setor.

A motivação para desenvolver este trabalho foi apresentar os fatores regulatórios que geram incertezas para o desenvolvimento de investimentos no setor eólico em especial no segmento *offshore* no cenário brasileiro, em especial a questão relacionada ao problema de distribuição denominado *constrained off* que limita a capacidade de geração causando desperdícios e prejuízos.

Foi realizada uma revisão sistemática sobre o tema em revistas, artigos científicos disponíveis on-line, publicações oficiais e órgãos regulamentadores, reunindo e comparando as fontes de consulta e listando os principais fatores limitantes que desmotivam investimentos a aplicarem recursos no setor de geração eólica nacional, em especial no segmento *offshore*.

Pesquisa explicativa sobre os riscos da falta de regulamentação no mercado da energia eólica em especial no segmento *offshore*, tendo como problema central encontrado, a situação de *constrained off* apresentada no cenário nacional, análise sobre os riscos envolvidos nos projetos e avaliação dos motivos das empresas investirem mesmo com as incertezas apresentadas, em específico no estado do Rio de Janeiro.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Os conceitos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável vêm se atualizando com o tempo. Na década de 80 seu principal foco era suprir as necessidades da geração presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprir as suas necessidades (BRUNDTLAND, 1987), porém, essa definição sempre foi mais interpretada no sentido das relações do ser humano com a natureza. Sabe-se atualmente que os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento são mais complexos, pois, atendem a um conjunto de variáveis interdependentes, mas é possível dizer que devem ter a capacidade de integrar as questões sociais, energéticas, econômicas e ambientais (WIKIPÉDIA, 2021).

Apesar do aumento da consciência ambiental em nível mundial, bem como do fato de que a preservação de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, em todos os seus aspectos, constitui-se em direito difuso fundamental, uma vez que, as notícias de desastres e danos ambientais relacionadas a empreendimentos do setor

de geração de energia, ainda são corriqueiras. Além disso, o atual estilo de vida do homem moderno exige a realização de atividades extremamente impactantes e um exemplo disso é a geração de energia elétrica (LIMA; BEZERRA JÚNIOR, 2015).

As usinas hidroelétricas e termoelétricas, apesar de necessárias, geram passivos ambientais por vezes irreversíveis. Acontece que viver sem geração de energia nos dias de hoje é impensável. A orientação inevitável é a descoberta e a utilização de fontes alternativas de energia, que sejam renováveis e menos impactantes (LIMA; BEZERRA JÚNIOR, 2015).

Um exemplo é a energia eólica. Em todo o mundo ela vem sendo considerada como uma importante fonte alternativa de energia, tendo em vista, ser totalmente pura em matéria-prima (fonte energética), convertendo energia cinética em energia elétrica por meio de massas de ar (vento). Em determinados países da Europa, já se considera inclusive a hipótese de a energia eólica tornar-se fonte primária de energia. O Brasil não fica longe disso, considerando que as primeiras usinas eólicas em nosso país foram implantadas há aproximadamente 20 anos. Mas ainda há muito o que fazer, desenvolver e evoluir (LIMA, 2019).

O processo regulatório para a concessão e licenciamento de usinas eólicas no mar é um grande desafio em diversos países e tem papel crucial para incentivo da indústria (FERREIRA, 2017). Para que ocorra o desenvolvimento da energia eólica *offshore* em um determinado país, é necessária a participação de diversos *stakeholders*, dentre eles o governo federal, órgãos regulamentadores, setor regulador de energia elétrica, dentre outros (FERREIRA, 2017).

No relatório *roadmap* eólica *offshore* Brasil, a EPE (2020) ressalta que para a implantação das usinas eólicas *offshore*, devem ser considerados três marcos legais que regem as políticas relacionadas ao mar: (a) a Política Marítima Nacional (PMN), aprovada pelo Decreto nº 1.265, de 11 de outubro de 1994; (b) a Política Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituído pela Lei nº 7.661/1998 e regulamentado pelo Decreto nº 5.300/2004, e (c) a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM), aprovada pelo Decreto nº 5.377 de 23 de fevereiro de 2005.

A Política Marítima Nacional (PMN) tem por “finalidade orientar o desenvolvimento das atividades marítimas do País, de forma integrada e harmônica, visando à utilização efetiva, racional e plena do mar e nossas hidrovias interiores, de acordo com os interesses nacionais” (EPE ROADMAP, 2020, p.91).

Por fim, segundo os seus itens 2 e 3, a Política Nacional de Recurso do Mar (PNRM), tem por “finalidade orientar o desenvolvimento das atividades que visem à efetiva utilização, exploração e aproveitamento dos recursos vivos, minerais e energéticos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental” (EPE ROADMAP, 2020, p.92).

A Política Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), integrante do PMN e da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) “visará especificamente a orientar a utilização racional dos recursos da Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade da vida da população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural” (EPE ROADMAP, 2020, p.92).

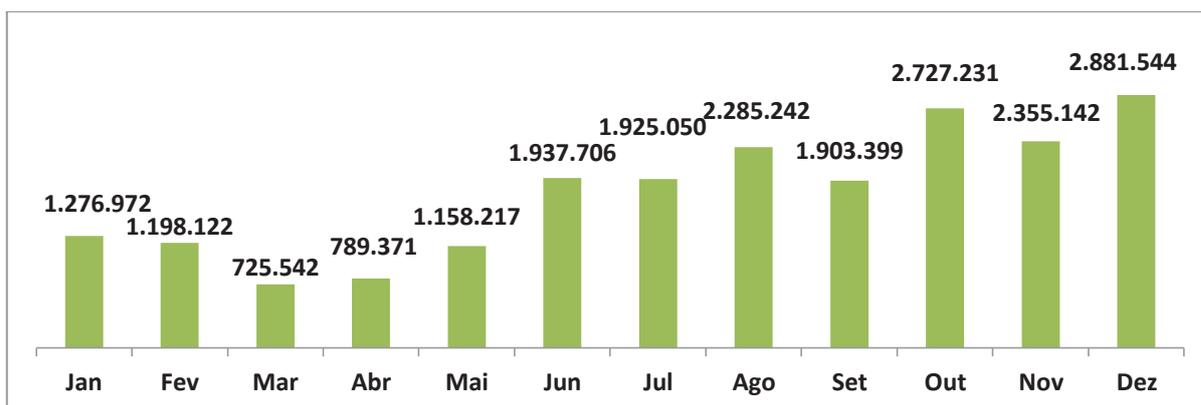
### **3 RESULTADOS E ANÁLISES**

“Energia eólica é a energia proveniente da força dos ventos, por isso é considerada como uma das formas em que se manifesta a energia do sol, pois o vento é o movimento do ar em decorrência do aquecimento irregular da atmosfera pela radiação solar” (SUÇUARANA, 2021, p.1).

“Entre os benefícios da geração eólica estão a não emissão de dióxido de carbono na atmosfera, redução da dependência de combustíveis fósseis, melhoria da economia local, geração de empregos e diversificação da matriz energética” (SUÇUARANA, 2021, p.1)

A Abeeólica (2020) exemplifica em números, como a geração de energia eólica proporciona uma redução de CO<sub>2</sub> na atmosfera. A quantidade de energia eólica gerada no Brasil em 2020 resultou uma economia de 21,2 toneladas de emissões de CO<sub>2</sub> conforme figura 1.

[...] Apesar de ser considerada uma fonte de energia limpa e renovável, a energia eólica apresenta alguns impactos negativos, como a poluição sonora e a visual. O ruído proveniente do funcionamento dos aerogeradores pode ser perturbador para a população local, mas nos últimos anos o desenvolvimento tecnológico permitiu uma significativa redução desse ruído. Os parques eólicos geralmente são instalados em áreas livres para o melhor aproveitamento dos ventos, por isso ficam muito visíveis, alterando a paisagem. Muitas pessoas reagem negativamente à nova paisagem. Impactos sobre a fauna também devem ser considerados, como a colisão de aves e morcegos com os aerogeradores e a perda de habitat. Para reduzir esses impactos, as áreas onde serão instalados os parques eólicos devem ser profundamente estudadas” (SUÇUARANA, 2021, p.1).

FIGURA 1 – EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> (EM TONELADAS) EVITADAS POR MÊS NO BRASIL EM 2020

FONTE: Adaptado de Abeeólica (2020).

“Uma alternativa aos impactos da poluição sonora e visual é a instalação de parques eólicos *offshore*, ou seja, no mar. Além disso, avanços tecnológicos podem ser feitos no sentido de minimizar outros impactos, como as mortes de pássaros e morcegos” (ECYCLE, 2021, p.1).

O Brasil e o mundo estão se comprometendo a investir e desenvolver novas fontes de energia menos agressivas ao meio ambiente. A questão central relacionada à tecnologia de geração de energia eólica, sempre esteve envolvida no custo benefício, pois, “uma crítica muito comum à energia eólica é referente a sua intermitência. A energia eólica depende da ocorrência de vento em densidade e velocidade ideais, e esses parâmetros sofrem variações anuais e sazonais” (ECYCLE, 2021, p.1).

Os ventos brasileiros são considerados de boa qualidade devido a sua estabilidade e intensidade “constante”, com uma estimativa de potencial de 1.780 GW para a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) (EPE, 2020), esses números representam atualmente a segunda maior capacidade de matriz eólica do mundo.

As estimativas são determinadas com dados de três diferentes bases de dados públicos, a partir das estimativas de velocidade de vento no mar do Brasil:

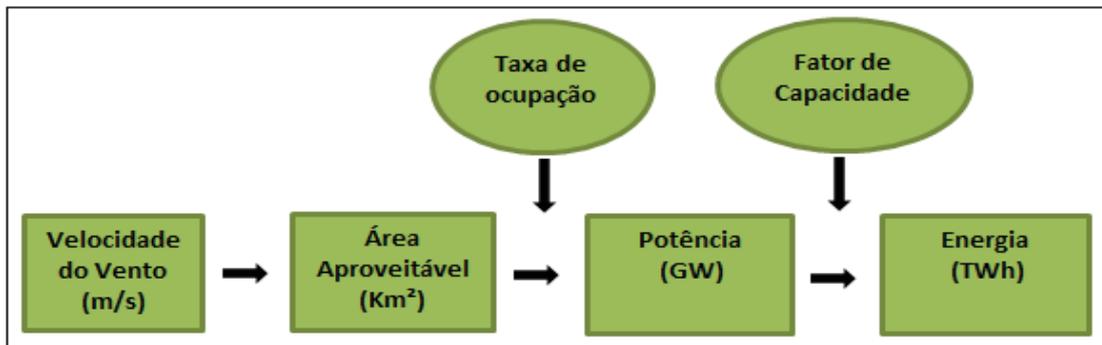
O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), a *Technical University of Denmark* (DTU *Global Wind Atlas*) e a base de dados ERA5, que é disponibilizada pelo ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*).

A metodologia aplicada para encontrar a estimativa de potencial de geração de energia eólica segundo o relatório *roadmap* da EPE (2020), destaca também a importância de melhorar a acurácia desses números com medições feitas nas áreas

de instalação do projeto, uma vez que os instrumentos utilizados pelas fontes ficam distantes e podem gerar algumas distorções aos valores.

Na figura 2 se pode observar o fluxograma que explica como foi dimensionada a estimativa de capacidade de geração eólica *offshore* no Brasil:

FIGURA 2 – COMO SE ESTIMA A CAPACIDADE DE GERAÇÃO EÓLICA *OFFSHORE*



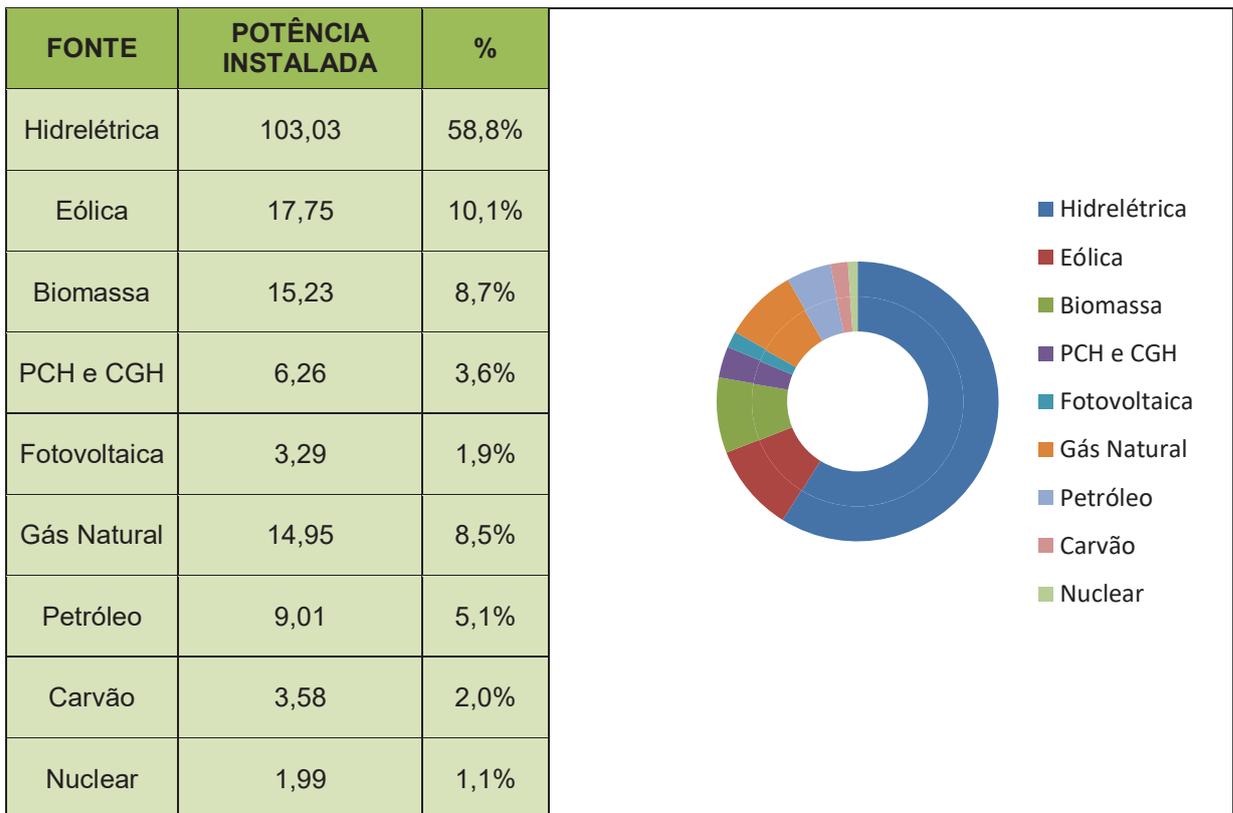
FONTE: Adaptado de Abeeólica, (2020).

Atualmente, o país tem uma matriz elétrica com predominância em energias renováveis, segundo Abcdenergia, EPE (2021, p.1), a “matriz elétrica brasileira é ainda mais renovável do que a energética, isso porque grande parte da energia elétrica gerada no Brasil vem de usinas hidrelétricas. A energia eólica também vem crescendo bastante”.

De acordo com a Abcdenergia, EPE (2021, p.2) a matriz elétrica “representa o conjunto de fontes disponíveis em um país, estado, ou no mundo, para suprir a necessidade (demanda) de energia”. Nesse sentido verifica-se na figura 3 que a matriz elétrica brasileira é composta aproximadamente de 70% de fontes de origem renovável, com grande participação da energia eólica, sendo a segunda fonte em capacidade instalada.

O boletim anual de geração de energia elétrica Abeeólica (2020), apresenta que o país tem uma capacidade instalada de 17,75 GW, número esse que representa 10,1% da matriz nacional conforme ilustra a figura 3.

FIGURA 3 – MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA EM GIGAWATTS EM 2020



FONTE: Adaptado de Abeólica (2020).

Recentemente, o Ambiente de Contratação Livre (ACL) tem atraído investimentos em parque eólicos. Todos esses mecanismos (PROINFA, Leilões e projetos do ACL) resultaram em uma capacidade instalada de mais de 17 GW (ANEEL, 2021), dado esse também representado na figura 3. Até 2029, estima-se que esse número chegue a 17%, atingindo cerca de 40 GW (MME/EPE, 2020).

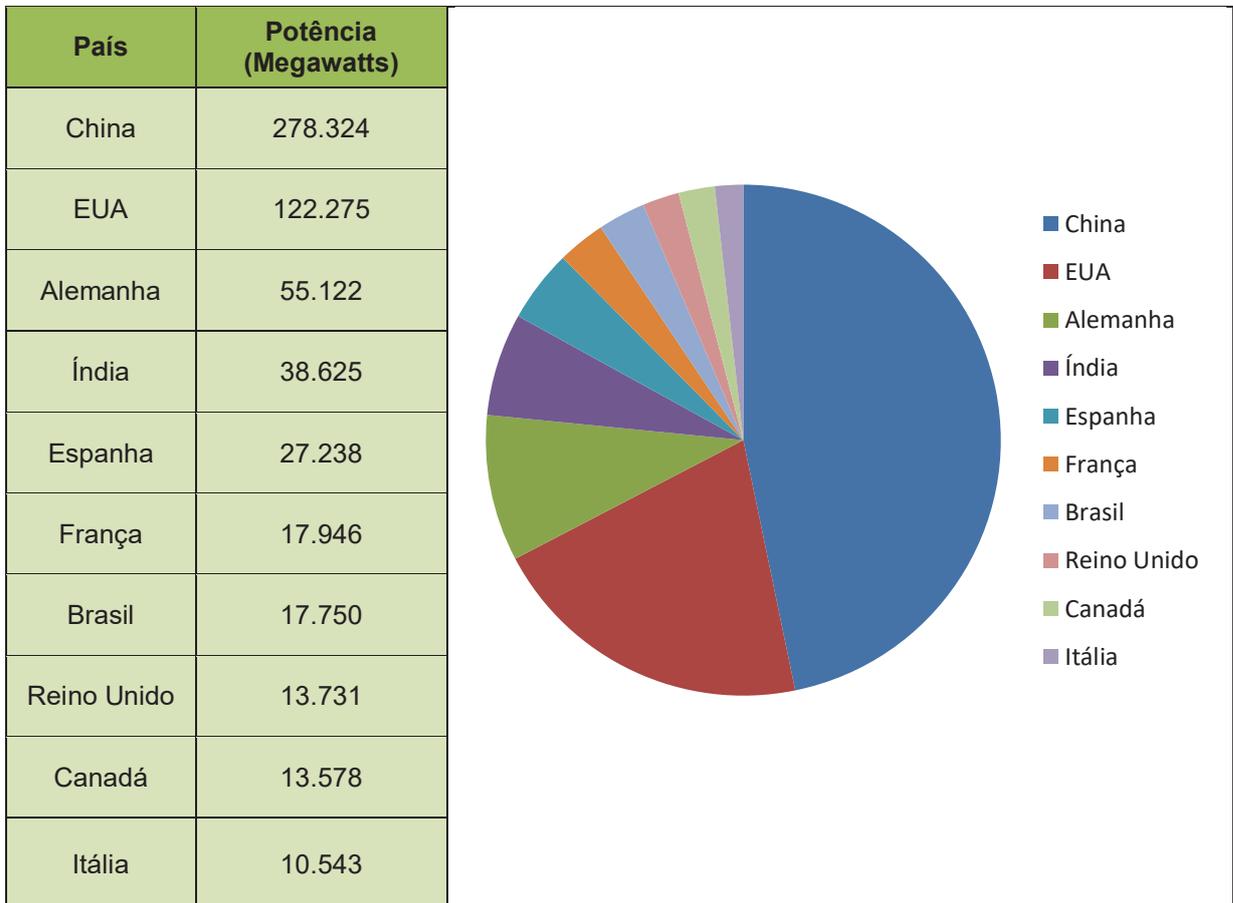
Em níveis mundiais, o país apresenta uma representatividade interessante no setor, em comparação com outros países do mundo, resultando na sétima posição em capacidade instalada, como se pode observar na figura 4.

Para Elbia Gannoum, Abeólica (2020), os números apresentados podem ser melhores, pois, “não captam completamente o bom desempenho do mercado livre, que vai se somando a esses valores conforme os novos contratos vão sendo fechados”.

Na operacionalização de novos projetos somente no ano de 2020, o Brasil “considerando a capacidade nova instalada, foi o terceiro País que mais instalou energia eólica” (CANAL ENERGIA, 2021, p.1), confirma-se esta afirmação, na figura

5, que o Brasil ficou atrás somente de EUA e China. Há de se ressaltar este número como muito positivo, devido a todos os desafios oriundos da pandemia da Covid-19.

FIGURA 4 – CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA TOTAL MUNDIAL INSTALADA EM MEGAWATTS EM 2020



FONTE: Adaptado de Abeeólica, (2020).

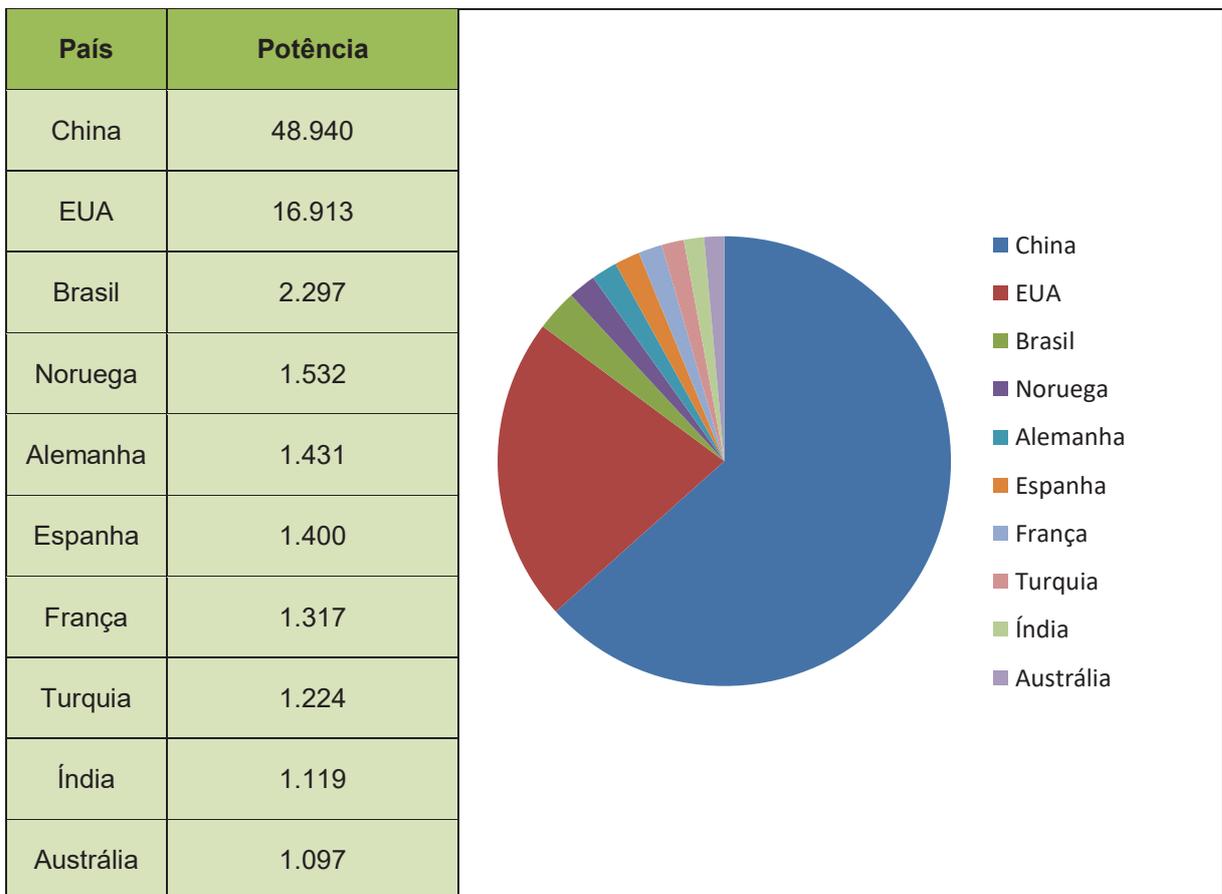
Segundo Abeeólica (2020), o sucesso da eólica no Brasil também pode ser explicado pelo rápido desenvolvimento de uma cadeia produtiva local e eficiente, que começou com índice de nacionalização próximo de 60% e alcançou a fabricação em território nacional de 80% de um aerogerador, conforme regras de financiamento do Programa FINAME do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Apesar desse aparente sucesso, a *Global Wind Energy Council - Gwec* (2021) em seu relatório anual alerta que “a burocracia e os sistemas antiquados de planejamento e autorização estão retardando a transição energética em todo o

mundo”. No Brasil a burocracia também é um dos fatores de preocupação de investimentos no setor, nesse sentido o artigo de D’Oliveira (2020, p.1) afirma que:

“[...] a exigência de burocracia desnecessária, com excessivos custos, encargos, controles, procedimentos e normas, pelo Estado, cria restrições e dificulta o exercício das atividades econômicas, a prestação de serviços públicos pelos particulares colaboradores e o avanço tecnológico, prejudicando o desenvolvimento nacional sustentável” (D’Oliveira, 2020, p.1-2)

FIGURA 5 – CAPACIDADE MUNDIAL EÓLICA ONSHORE INSTALADA EM MEGAWATTS EM 2020



FONTE: Adaptado de Abeeólica, (2020).

Tal sistema, embora apresente uma boa dinâmica do ponto de vista regulatório, traz inconsistências que vão desde a dificuldade de informação sobre a matéria, em razão da diversidade de fontes, até a insegurança jurídica criada pelo próprio sistema, decorrente da facilidade de mudança das normas estabelecidas na esfera administrativa. A mais nova iniciativa consiste na proposta de aprimoramento do marco legal do setor elétrico, a qual foi objeto de consulta pública concretizada pelo Ministério de Minas e Energia (SANTOS; SOUZA; SANTOS, 2016).

Além da burocracia, existem outras peculiaridades no Brasil, devido à grande dimensão e também da política de geração de energia, é preciso levar em consideração um grande percalço que é a questão da distribuição da energia gerada, destacando o problema do *constrained-off* que consiste na interrupção da injeção de energia oriunda das fontes eólicas no Sistema Interligado Nacional (SIN).

Segundo BRASIL nº 927/2021, os eventos de restrições operacionais por *Constrained-off* são definidos como a redução da produção de energia por eólicas: (a) despachadas centralizadamente ou (b) usinas/conjuntos de eólicas considerados na programação, decorrente de comando do ONS, que tenham sido originados por instalações externas da Usina.

“[...] Art. 2º “O ONS deverá classificar os eventos de restrição de operação por *Constrained-off* de usinas ou conjuntos de usinas eólicas de acordo com sua motivação em:

I - Razão de indisponibilidade externa: motivados por indisponibilidades em instalações externas às respectivas usinas ou conjuntos de usinas conforme definições do art. 1º.

II - Razão de atendimento a requisitos de confiabilidade elétrica: motivados por razões de confiabilidade elétrica dos equipamentos pertencentes a instalações externas às respectivas usinas ou conjuntos de usinas conforme definições do art. 1º e que não tenham origem em indisponibilidades dos respectivos equipamentos.

III - Razão energética: motivados pela impossibilidade de alocação de geração de energia na carga” (BRASIL, n.927, 2021, p.1).

Com essa situação as usinas eólicas estão sendo prejudicadas, pois não tem como escoar sua produção e o governo por sua vez também não oferece alternativa viável para o problema. “Os agentes de geração eólica pleiteiam uma análise e solução da ANEEL para disciplinar essa questão, estabelecendo compensação financeira para restrições operativas que impeçam sua geração” (SRG/ANEEL, n.001, 2019, p.2).

Existe atualmente um valor definido para o termo *constrained-off*, Resolução BRASIL nº 927/2021 que:

“[...]Art. 4º Os pagamentos dos montantes financeiros relativos aos eventos de restrição de operação por *Constrained-off* das usinas ou conjunto de usinas eólicas, classificados como razão de indisponibilidade externa, conforme inciso I do art. 2º, serão realizados por meio de Encargo de Serviço de Sistema - ESS pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE de acordo com os seguintes critérios:

I - na parcela da garantia física vinculada a Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulada - CCEAR por Disponibilidade, o pagamento deverá ser efetuado às distribuidoras de energia compradoras dos respectivos contratos;

- II - na parcela da garantia física vinculada a Contrato de Energia de Reserva - CER, o pagamento deverá ser efetuado à Conta de Energia de Reserva - CONER; e
- III - na parcela da garantia física não contratada conforme os incisos anteriores, o pagamento deverá ser efetuado ao agente gerador” (BRASIL, n.927, 2021, p.2).

Essa é a questão central acerca dos investimentos em usinas eólicas no Brasil, não há uma regulamentação específica e o nível de incerteza gerada no segmento faz com que não seja atrativo para investidores mais conservadores, “com o objetivo de regular a situação de *Constrained-off* de usinas eólicas, a ANEEL inseriu o tema na Agenda Regulatória”. (ANEEL, n.001, 2019, p.4).

Entretanto, a resposta foi o adiamento da matéria e modificação da priorização do assunto, “devido às outras atividades em curso, terá sua consulta pública no 1º sem/22 e deliberação no 2º sem/22. Dessa forma, a atividade passa de prioritária para indicativa” (ANEEL, n.013, 2021, p.6).

Enquanto não se define a regulação específica, as usinas em operação tentam se valer de regras existentes, porém, sem sucesso. Segundo a revista Brasil Energia (2021) “há que se dizer que a regulação existente na atualidade para o *constrained-off* apenas é prevista para as usinas térmicas, que possuem características de geração e operacionalização de despachos diferentes das usinas eólicas”.

A própria Resolução BRASIL nº 927/2021 conclui que:

“[...]Deste modo, em que pese a publicação da Resolução Normativa ANEEL nº 927, de 2021, a tendência é que algumas questões sejam objeto de questionamento e discussão, dentre as quais se destacam:

- (f.1) franquias de horas, pois não existe essa previsão para as usinas termoeletricas;
- (f.2) o não reconhecimento de outros eventos como restrição de operação por *Constrained-off*, o que poderá dar ensejo para que os agentes invoquem diversos institutos do Direito Administrativo, por exemplo o Princípio da Intangibilidade da Equação Econômico-Financeira; e
- (f.3) o fato da ausência de previsão de tratamento regulatório para os eventos ocorrido no Ambiente de Contratação Livre – (ACL) antes da publicação da referida Resolução, é um ponto crítico, pois a situação poderá gerar uma judicialização [...]” (BRASIL, n.927, 2021, p.3).

Quando se fala de eólica *offshore* as regulações estão mais prematuras ainda e os investimentos e leilões acontecendo. “Boas expectativas para o presente ano verifica-se uma aceleração pela retomada de leilões de energia nova e a contratação normal do ambiente de contratação livre (ACL) que poderá ultrapassar as

expectativas” (BRASIL ENERGIA, 2021, p.1-2). Todavia, há de se ressaltar que a geração *offshore* também depende de regulamentação, ainda que tal questão já esteja sendo pauta de discussão perante o Congresso Nacional. (BRASIL ENERGIA, 2021, p.1)

### 3.1 ENERGIA EÓLICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

O Rio de Janeiro está em expansão de sua matriz eólica atualmente, principalmente no mercado *Offshore*, segundo Diário do Porto (2021, p.1), “no Brasil, estão em discussão 40 GW em projetos ao longo da costa, dos quais 17,5% podem ser instalados em águas fluminenses”, ou seja, são esperados em torno de 8,6 GW no estado do Rio de Janeiro nos próximos anos.

Fazendo uma análise com base na figura 3 onde menciona a matriz brasileira em 2020, temos 17,7 GW de energia oriunda de geração eólica, se somarmos os 40 GW mencionados acima, haverá uma matriz de geração eólica nos próximos anos em torno de 57,7 GW, com participação estimada do estado do Rio de Janeiro em torno de 14,9% referente aos 8,6 GW esperados.

Atualmente o estado possui apenas uma usina *Onshore* instalada, situada na cidade de São Francisco de Itabapoana no complexo de Gargaú com capacidade de geração de 28,1 MW conforme boletim mensal (Janeiro 2020) da ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico).

A seguir, são destacados os projetos de usina de energia elétrica *offshore* em suas fases de licenciamento: Complexo Eólico Marinho Ventos do Açú, da empresa Prumo Logística, parceria entre o fundo americano “*EIG Global Energy Partners* e a *Mubadala Investment Company*” composto por 144 aerogeradores de 12 a 15 MW, terá potência total instalada de até 2,16 GW com possibilidade de ampliação de 2,33 GW. O município de São João da Barra será o local de instalação do empreendimento.

O Projeto Aracatu I e II, da empresa Equinor, onde serão ao todo 320 aerogeradores, 160 por parque eólico, cada um com capacidade nominal de 12 MW. Para cada parque eólico, estão previstas duas subestações *offshore*, em plataformas fixas do tipo jaqueta, utilizada para coletar a energia produzida e a invertê-la em corrente contínua de alta tensão (HVDC) para exportar para a costa.

A subestação *offshore* será conectada à uma subestação *Onshore*, sendo um circuito para cada parque por meio de cabos submarinos e subterrâneos HVDC. A subestação *Onshore* será equipada para converter HVDC na corrente alternada de alta tensão (HVAC) necessária para a conexão à rede de transmissão. Duas subestações da rede de transmissão são dedicadas ao ponto de interconexão. A proposta no projeto apresentado é conectar Aracatu I à subestação de Campos II (prevista para 2024) no estado do Rio de Janeiro, em um percurso de 71 km. Já Aracatu II seria conectado à Subestação do Rio Novo do Sul, no ES, com 62 km de linhas.

O projeto do Complexo Eólico Maravilha, no Estado do Rio de Janeiro, teve início em 2019. Ele terá capacidade de produzir 3 GW, a partir de quatro parques eólicos offshore (750MW) formados por 200 aerogeradores de 15 MW cada. A área total do projeto é de 77.096 ha mais 5.800 ha, destinados aos cabos submarinos, onde as linhas de transmissão (LT) submarinas (220 kV) variam entre 49,93 km e 67,13 km, e a área da LT (500kV) corresponde a 40,05 km, contando com quatro subestações marítimas coletoras e uma subestação elevada *onshore* (FERREIRA, 2020).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Levando em consideração os dados apresentados na figura 1, houve vinte e uma toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas no ano de 2020 e no mesmo ano aproximadamente dezessete Gigawatts gerados por energia eólica, com a expectativa de incremento da eólica offshore dos projetos previsto no Rio de Janeiro nos próximos anos é de sete Gigawatts, logo se estima que se pode evitar em torno de oito a nove toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Somente pensando em questões de desenvolvimento sustentável já deveria ser um fator de motivação e incentivo por si só de um desenvolvimento de matriz energética mais limpa, porém, na sociedade atual é importante se pensar nas questões econômico financeiro para viabilizar implementação de projetos, que por sua vez dependem de políticas públicas para atender aos requisitos locais seja em questões ambientais, sociais ou mesmo estratégicas.

Atualmente, a quantidade de órgãos, leis, artigos e regulamentações das mais diversas entidades, fazem com que exista uma infinidade de requerimentos,

regras, obrigatoriedades, onde investidores mais conservadores optam por ainda não investirem na geração eólica *offshore* devido ao risco jurídico relacionado ao negócio.

A principal incerteza no cenário atual é o problema da distribuição, onde as usinas não têm nenhum respaldo legal que garanta a possibilidade de ressarcimento da energia produzida e não recebida por incapacidade do SIN. A proposta é que haja uma tabela de preço mínima para reembolso da energia gerada.

Todos os projetos mencionados no estado do Rio de Janeiro têm uma particularidade, as empresas que os estão promovendo, têm outros tipos de empreendimentos na região, como, plataformas de petróleo e portos, além da possibilidade de escoar a energia ao SIN. Portanto, mesmo com o risco de “*constrained-off*” gerado pelo sistema, as empresas geradoras de energia eólica, podem utilizar a energia de outras maneiras.

Pelas razões citadas acima, mesmo com cenário de incertezas do setor eólico *Offshore* no que tange o ambiente regulatório nacional, as empresas ainda continuam investindo, porque têm em suas estratégias de mercado, a utilização da energia para atender outros interesses, ou por estratégias de expandir seu portfolio com energias mais renováveis, dependendo cada vez menos do SIN para escoar sua produção.

Entretanto, esta é uma peculiaridade de algumas regiões como o estado do Rio de Janeiro. Ainda é necessário criar um ambiente regulatório em nível nacional, onde se possibilite o investimento na energia eólica *Offshore*, frente ao grande potencial disponível ao longo do litoral.

## REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. Boletim anual dados, 2020. Disponível em: [http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PT\\_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o\\_2020.pdf](http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o_2020.pdf). Acesso em 20 junho 2021.

ABEEÓLICA. Eólica: energia para um futuro inovador, 20 maio 2020. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/energia-eolica-o-setor/>. Acesso em 13 junho 2021.

ANEEL. Empreendimentos eólicos ao fim da vida útil, n. EPE-DEE-NT-012/2021-r0, 08 fevereiro 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-563/NT-EPE-DEE-012-2021.pdf>. Acesso em: 10 outubro 2021.

ANEEL. Segunda revisão da Agenda Regulatória da ANEEL do biênio 2021-2022, n. 48500.004786/2020-81, 25 agosto 2021. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/douments/660863/22733978/NT++13-2021+de+13-8-2021+segunda+revisa+%CC%83o+da+AR+21-22.pdf/c0de138c-0692-e42a-9192-b31efa53688f>. Acesso em: 10 outubro 2021.

ANEEL. Tratamento regulatório à situação de Constrained-off de usinas eólicas, n. 48500.006218/2017-10, 11 abril 2019. Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/audienciaspublicasantigas?p\\_p\\_id=participacaopublica\\_WAR\\_participacaopublicaportlet&p\\_p\\_lifecycle=2&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_cacheability=cacheLevelPage&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=2&\\_participacaopublica\\_WAR\\_participacaopublicaportlet\\_idDocumento=32971&\\_participacaopublica\\_WAR\\_participacaopublicaportlet\\_tipoFaseReuniao=fase&\\_participacaopublica\\_WAR\\_participacaopublicaportlet\\_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp#:~:text=O%20Constrained%2Doff%20caracteriza%2Dse,operativas%20que%20impe%C3%A7am%20sua%20gera%C3%A7%C3%A3o](https://www.aneel.gov.br/audienciaspublicasantigas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=32971&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp#:~:text=O%20Constrained%2Doff%20caracteriza%2Dse,operativas%20que%20impe%C3%A7am%20sua%20gera%C3%A7%C3%A3o). Acesso em 20 junho 2021.

BRASIL. **Resolução normativa não normativa nº 927, de 22 de março de 2021.** Estabelece procedimentos e critérios para apuração e pagamento de restrição de operação por Constrained-off de usinas eólicas. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-normativa-n-927-de-22-de-marco-de-2021-310000413>. Acesso em 18 novembro 2021.

CANAL ENERGIA, Brasil chega a 19 GW de capacidade instalada de energia eólica, **Canal Energia**, 15 junho 2021. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53176883/brasil-chega-a-19-gw-de-capacidade-instalada-de-energia-eolica>. Acesso em 05 julho 2021.

DIÁRIO DO PORTO, RJ Pode Atrair Projetos de Energia Eólica em Alto-Mar, **Diário do Porto**, 30 maio 2021. Disponível em: <https://diariodoporto.com.br/rj-pode-atrair-projetos-de-energia-eolica-em-alto-mar/>. Acesso em 10 agosto 2021.

D'OLIVEIRA, R. D. A importância da simplificação no setor energético, **EPBR**, 02 abril 2020. Disponível em: <https://epbr.com.br/raio-x-das-eolicas-offshore-em-licenciamento-no-brasil/>. Acesso em 15 agosto 2021.

ECYCLE. Energia eólica: o que é e como funciona?, 2021. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/energia-eolica/#Energia-eolica-no-Brasilv>. Acesso em: 18 novembro 2021

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Abcdenergia: Matriz Energética e Elétrica, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 15 setembro 2021

EPE. Plano Nacional de Energia 2050, 16 dezembro 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia>



SUÇUARANA, M. DA S. Energia Eólica, **Infoescola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/tecnologia/energia-eolica/>. Acesso em 18 novembro 2021.

SUSTENTABILIDADE. In: Wikipedia, a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade>. Acesso em: 15 junho 2021.