

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO OFFSHORE NO BRASIL

BIBLIOGRAPHIC REVIEW ON THE BENEFITS OF IMPLEMENTING AN OFFSHORE WIND FARM IN BRAZIL

Douglas Soares Martins¹

Jonas Brandão da Silva Oliveira²

Leandro Alves Amaral³

João Paulo Bittencourt da Silveira Duarte⁴

RESUMO: Energia eólica é a energia cinética proveniente dos ventos, e independe de sua aplicação, suas principais características que a tornam atrativa para aplicações diversas são o custo zero de matéria-prima, como por exemplo moinhos e movimentação de embarcações a vela. O objetivo geral foi discutir os benefícios da implantação de um parque eólico offshore no Brasil. A metodologia aplicada para fundamentação desta pesquisa foi de natureza exploratória, do tipo pesquisa bibliográfica analisando artigos publicados em periódicos indexados que tratam sobre o assunto, em bases de dados específicas. A energia eólica tem sido claramente a mais rápida em seu desenvolvimento entre todas as energias renováveis, embora nesta declaração de energia hidrelétrica não deva ser levada em consideração por causa de sua origem e forma de desenvolvimento diferente em comparação com o outros. A importância da energia eólica em comparação com outros tipos de tecnologias renováveis pode ser explicada devido à combinação de dois fatores: a disponibilidade de recursos e a maturidade da tecnologia em termos de eficiência de custos. A necessidade geral de melhorar a infraestrutura energética por meio da inovação tecnológica é uma segunda oportunidade. A conexão à rede costumava ser feita separadamente pelo público de empresas que sofreram com a burocracia, mas agora precisam ser atendidas pelos desenvolvedores de parques eólicos, esse é um bom desenvolvimento para o setor de energia eólica no Brasil.

563

Palavras-chave: Brasil. Energia Eólica. Benefícios.

ABSTRACT: Wind energy is the kinetic energy coming from the winds, and regardless of its application, its main characteristics that make it attractive for different applications are the zero cost of raw materials, such as mills and sailing vessels. The general objective was to discuss the benefits of implementing an offshore wind farm in Brazil. The methodology applied to support this research was of an exploratory nature, of the bibliographic research type, analyzing articles published in indexed journals that deal with the subject, in specific databases. Wind energy has clearly been the fastest in its development among all renewable energies, although in this hydropower statement it should not be taken into account because of its different origin and form of development compared to the others. The importance of wind energy compared to other types of renewable technologies can be explained due to the combination of two factors: the availability of resources and the maturity of the technology

¹ Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade de Vassouras, Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil; E-mail: douglassoaresmartins2015@hotmail.com .

² Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade de Vassouras, Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil; E-mail: jonasbrando82@gmail.com.

³ Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade de Vassouras, Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil; E-mail: leandrinhopj@hotmail.com.

⁴ Dr. em Engenharia Elétrica e Docente pela Universidade de Vassouras, Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil; E-mail: joao.duarte@universidadedevassouras.edu.br.

in terms of cost efficiency. The general need to improve energy infrastructure through technological innovation is a second chance. Connection to the grid used to be done separately by the public from companies that suffered from bureaucracy, but now they need to be serviced by wind farm developers, this is a good development for the wind energy sector in Brazil.

Keywords: Brazil. Wind Energy. Benefits.

INTRODUÇÃO

A energia eólica offshore é a energia limpa e renovável obtida aproveitando a força do vento que se produz em alto mar, onde atinge uma velocidade maior e mais constante do que em terra devido à ausência de barreiras. Para aproveitar ao máximo este recurso, são instaladas megaestruturas assentadas no fundo do mar e equipadas com as mais recentes inovações técnicas.

Em conjunto, parece que as fontes eólicas offshore vêm crescendo em todo o mundo, levando agentes, não apenas do setor elétrico, mas também da indústria brasileira de petróleo e gás, Buscando entender melhor o potencial e outras características associadas a esta fonte.

Consciente de que a expansão da energia eólica offshore vem sendo observada em cenários internacionais nos últimos anos, Empresa de Pesquisa Energética - EPE, empresa de capital aberto vinculada ao Ministério de Minas e Energia, No âmbito da sua competência legal, tem procurado inserir esta fonte na Perspectivas sobre o planejamento energético no Brasil. Os resultados desses estudos e pesquisas servem a base para desenvolver e avaliar alternativas para servir serviços de energia países, bem como desenvolver planos viáveis para expandir a oferta de energia (BECHRAKIS; MCKEOGH; GALLAGHER, 2016).

De acordo com as diretrizes gerais, princípios e objetivos definidos pela Aliança através da agência Autoridades como o Conselho Nacional de Política Energética e o Ministério de Minas e Energia. O primeiro documento publicado pela EPE a abordar este tema é o Livro de Recursos Energéticos, estudo que integra o Plano Nacional de Energia (PNE 20501) e traz mapeamento os recursos energéticos disponíveis a longo prazo do país. Este estudo inclui Primeiro esforço institucional para mapear recursos eólicos costeiros offshore Brasileiro (DINH, BASU, 2016).

Mais recentemente, a energia eólica offshore também foi inserida em médio prazo, considerado pela primeira vez como fonte candidata à expansão na análise no

âmbito do Plano de Expansão Energética de 10 anos (PDE 20292). Além do crescimento desta fonte no cenário internacional, a existência de parques eólicos offshore com processo de licenciamento em ambiente aberto no Brasil em 2018 foram uma das motivações uma descrição detalhada da pesquisa dedicada a esta fonte, especialmente devido à seu fundo do país (FARIAS, 2020).

É assim que a EPE elabora proativamente o diagrama do circuito eólico offshore brasileiro, um estudo do principal objetivo é identificar possíveis obstáculos e desafios a algumas sugestões para o desenvolvimento da energia eólica offshore no Brasil do ponto de vista de um planejador, além de uma melhor compreensão dos aspectos relacionados a essa fonte. É importante enfatizar que este documento não pretende propor uma política inspire essa energia, mas construa um ponto de partida para discussão fontes eólicas offshore em relação ao planejamento energético para inspirar o futuro discutir o tema de forma mais detalhada e específica relacionado (FOLEY, et al, 2015).

Desta forma, a EPE espera que o diagrama do circuito eólico offshore brasileiro forneça o debate doméstico sobre a energia eólica offshore está amadurecendo. Além disso, dado que a dinâmica do mercado internacional, espera-se que este estudo ajude a determinar oportunidades no mercado brasileiro, no contexto da modernização do setor elétrico, o setor de energia está passando por muitas transformações para apontar formas de obter esse podem se apresentar competitivamente para atender às necessidades de desenvolvimento brasileiro (GONZALEZ, MCKEOGH, GALLACHÓIR, 2014).

O objetivo geral foi discutir os benefícios da implantação de um parque eólico offshore no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Assim, recomenda-se que apresente características do tipo: analisar a atmosfera como fonte direta dos dados e o pesquisador como um instrumento interruptor; não agenciar o uso de artifícios e métodos estatísticos, tendo como apreensão maior a interpretação de fenômenos e a imputação de resultados, o método deve ser o foco principal para a abordagem e não o resultado ou o fruto, a apreciação dos dados deve ser atingida de forma intuitiva e indutivamente através do pesquisador (GIL, 2018).

RESULTADO E DISCUSSÃO

A forma como a energia gerada pelo parque eólico offshore é transferida é um ponto chave na análise. viabilidade desses projetos. Parques eólicos offshore perto da costa, mais longe menos de 10 quilômetros, o custo de transmissão é relativamente baixo, o que possibilita a exploração potencial menor, poucas turbinas instaladas, longe do parque. Por outro lado, geralmente apenas quando a quantidade de energia produzida atinge expressivo considerando o alto custo do sistema de transmissão. Neste caso, escolha tecnologia de transmissão adequada torna-se fator estratégico para implementação projetos offshore e suas definições permanecem importantes durante a fase de projeto (KITSIOU; KARYDIS, O'HAGAN, 2017).

De fato, a experiência internacional mostra que o potencial de proximidade à costa é normalmente explorado primeiro, à medida que os melhores locais são explorados, a distância o número de parques associados à costa está aumentando gradualmente. potência elétrica total e distância relacionado ao litoral é a principal variável que determina a tecnologia de ligação do parque rede de transmissão offshore (LANGE, PAGE, CUMMINS, 2018).

Transmissão de corrente alternada (AC) para distâncias de 10 km a 100 km, cuja principal vantagem sobre a tecnologia de corrente contínua (DC) é a subestação a área offshore e o custo são menores. Este último (CC), para distâncias maiores, tem a principal vantagem é a redução das perdas elétricas pelo efeito joule, além de conecte os cabos condutores necessários (LEAHY, MCKEOGH, 2013).

Outro ponto muito importante que deve ser enfatizado para projetos futuros é que as linhas de transmissão no continente receberão a energia produzida, de acordo com Escopo da implementação do projeto, a configuração da rede pode mudar de acordo com a pesquisa de planejamento de transmissão. Portanto, os empresários pretendem implementar um novo projeto, considere cuidadosamente a configuração a transmissão da rede subjacente é toda a curto prazo (5 anos), com âmbito de análise para os operadores, e a médio prazo (10-15 anos), devido resultados de um estudo de planejamento de expansão realizado pela EPE (POSSNERA, CALDEIRA, 2017).

A energia eólica foi reconhecida como uma das principais fontes renováveis fontes de energia, e seu principal desenvolvimento tem sido por meio da construção de

parques eólicos offshore, tendo instalado apenas 2.000 megawatts eólicos offshore (MW) no final do ano de 2009 (SILVA, 2019).

Especificamente, a primeira turbina eólica no mar foi instalada em Suécia em 1990. Esta instalação foi formada por uma única 220 kW (kilowatts) turbina eólica, localizada a 350 m da costa, e suportada em uma estrutura de tripé ancorada ao fundo do mar a cerca de 6 m profundamente. Entre 1991 e 1998, projetos experimentais de baixa classificação foram realizados cujos diferentes modelos de turbinas eólicas e diferentes tipos de fundações foram testados (BECHRAKIS, MCKEOGH E GALLAGHER, 2016).

Embora algumas dúvidas tenham sido inicialmente levantadas, essas instalações apresentaram bons índices de rentabilidade e confiabilidade. Turbinas eólicas multimegawatt foram trazidas mais tarde, em uma segunda fase experimental, tendo sido o projeto Utgrunden, construído em Suécia em 2000, o primeiro projeto com essas características. De várias dessas instalações marcou o início dos primeiros parques eólicos comerciais: Blyth, Middelgrunden e Yttre Sten- grund (FOLEY ET AL, 2015).

Mais tarde, as instalações de Horns Rev e Nysted, ambas em dinamarquês costas, foram a confirmação da adaptação deste tipo de instalação ao meio marinho. A partir de então, as instalações desse tipo continuaram sendo construídas. E, de fato, é essencial impulsionar o uso de energia eólica offshore para cumprir os compromissos adquiridos no Protocolo de Kyoto (LEAHY E MCKEOGH, 2013).

Como já foi exposto antes, o crescimento da energia eólica offshore está acontecendo atualmente de maneiras diferentes, dependendo do país. Isso pode ser explicado por vários fatores decisivos: o ambiente diferente dos diferentes países - como o esperado menor impacto ambiental geral com parques eólicos offshore em comparação com parques eólicos onshore, o apoio do governo etc. (KITSIOU, KARYDIS E O'HAGAN, 2017).

Por exemplo, embora a Holanda não tenha praticamente espaço livre em terrenos para este tipo de instalações, no Reino Unido e Dinamarca há uma oposição pública aos parques eólicos onshore e, como consequência disso, há um importante impulso para o offshore energia eólica. Como resultado disso, parques eólicos offshore estão começando a participar do mar e da paisagem costeira em alguns países, estando localizados em ambientes dinâmicos e em mudança. Uma gestão integral modelo,

portanto, precisa ser aplicada permitindo não apenas o técnico e a viabilidade financeira do projeto do parque eólico offshore a ser alcançado, mas também o respeito pelo meio ambiente (LANGE, PAGE E CUMMINS, 2018).

BENEFÍCIOS E DESVANTAGENS DA OFFSHORE:

As vantagens da offshore são: a energia eólica offshore é renovável , ilimitada e não poluente e existem mais recursos eólicos offshore do que onshore (até o dobro de um parque eólico onshore médio);

- As velocidades do vento offshore tendem a ser mais rápidas do que em terra. Pequenos aumentos na velocidade do vento geram grandes aumentos na produção de energia: uma turbina em um vento de 15 mph pode gerar duas vezes mais energia do que uma turbina em um vento de 20 mph. Velocidades maiores do vento offshore significam que muito mais energia pode ser gerada;

- As velocidades do vento offshore tendem a ser mais constantes do que em terra. Um fornecimento mais estável de vento significa uma fonte de energia mais confiável;

- Muitas áreas costeiras têm necessidades de energia muito altas. Metade da população dos Estados Unidos vive em áreas costeiras, com concentração nas principais cidades costeiras. A construção de parques eólicos offshore nessas áreas pode ajudar a atender às necessidades de energia de fontes próximas;

- Os parques eólicos offshore têm muitas das mesmas vantagens dos parques eólicos terrestres - fornecem energia renovável; eles não consomem água; eles fornecem uma fonte de energia doméstica; eles criam empregos; e não emitem poluentes ambientais ou gases de efeito estufa (BECHRAKIS, MCKEOGH E GALLAGHER, 2016).

Já as desvantagens são os parques eólicos offshore podem ser caros e difíceis de construir e manter. Em particular:

- É muito difícil construir parques eólicos robustos e seguros em águas mais profundas do que cerca de 200 pés (~ 60 m), ou mais da metade do comprimento de um campo de futebol. Embora as águas costeiras da costa leste dos Estados Unidos sejam relativamente rasas, quase todos os recursos potenciais de energia eólica da costa

oeste estão em águas que excedem essa profundidade. As turbinas eólicas flutuantes estão começando a superar esse desafio;

- A ação das ondas e até mesmo ventos muito fortes, especialmente durante fortes tempestades ou furacões, podem danificar as turbinas eólicas;
- A produção e instalação de cabos de alimentação sob o fundo do mar para transmitir eletricidade de volta à terra podem ser muito caras;
- Os efeitos dos parques eólicos offshore sobre os animais marinhos e pássaros não são totalmente compreendidos;
- Os parques eólicos offshore construídos dentro da visão da costa (até 26 milhas da costa, dependendo das condições de visualização) podem ser impopulares entre os residentes e podem afetar o turismo e os valores imobiliários (BECHRAKIS, MCKEOGH E GALLAGHER, 2016).

Nos parágrafos seguintes, as vantagens mais enfatizadas e desvantagens da tecnologia eólica offshore em comparação com o offshore estão expostas. A primeira vantagem é a melhor qualidade do recurso eólico em o mar, onde a velocidade do vento é geralmente maior, aumentando até com a distância da costa, e mais uniforme (mais suave), levando a menos efeitos de turbulência; portanto, a fadiga é menos importante e deixa aumentar a vida útil do gerador de turbina eólica offshore (LEAHY E MCKEOGH, 2013).

A segunda vantagem torna-se a maior livre adequada de áreas no mar onde parques eólicos offshore podem ser instalados, levando para instalações maiores. Sua localização permite reduzir o meio ambiente em relação à emissão de ruído, quase todos relacionados com o aumento da velocidade do cuspe da lâmina. Além disso, esta grande distância permite, em alguns casos, reduzir o visual impacto da costa (KITSIOU, KARYDIS E O'HAGAN, 2017).

Pelo contrário, a primeira desvantagem é o custo do processo de licenciamento e engenharia, e da construção e fases de operação. Em parques eólicos offshore, o custo do gerador eólico turbinas gira em torno de 75% do custo total do projeto, sendo este percentual em instalações offshore de aproximadamente 33%, o que pode ser explicado principalmente devido aos elevados custos das operações marítimas. Além disso, ao contrário dos parques eólicos offshore, geralmente não há infraestruturas elétricas que conectam o maior recurso eólico áreas com os centros consumidores, levando à

construção de redes elétricas mais longas, e até mesmo para fortalecer as existentes infraestruturas elétricas (LANGE, PAGE E CUMMINS, 2018).

Uma segunda desvantagem é a necessidade de um sistema mais desenvolvido tecnologia de parques eólicos offshore. Isso é essencial para o vento geradores de turbina, que estará sujeita a altas cargas e devem se adaptar ao meio marinho e, portanto, portanto, estar preparado para as condições de corrosão; também no fundações, nas operações marítimas devido à importância das restrições de acessibilidade e as dificuldades existentes para trabalhar neste ambiente durante as fases de construção e operação etc (POSSNERA E CALDEIRA, 2017).

E uma terceira desvantagem é que, devido à aspereza limitada da superfície do mar, a propagação das turbulências é maior no mar do que em terra; em seguida, desperte efluentes provocados pela própria turbina eólica geradores são muito importantes, levando a um grande impacto sobre a vida útil das turbinas eólicas. Para reduzi-lo, as turbinas eólicas devem ser dispostas obedecendo a uma separação mínima entre eles (BECHRAKIS, MCKEOGH E GALLAGHER, 2016).

Quando localizado no mar, o impacto visual e acústico é muito pequeno, portanto, áreas muito maiores podem ser usadas. Graças a isso, os parques eólicos offshore normalmente têm várias centenas de megawatts de capacidade instalada.

A energia elétrica é produzida na turbina eólica, uma estrutura gigantesca que é fixada ao fundo do mar por meio de diferentes tipos de suportes. Possui um controlador que liga e desliga a turbina em função das condições climáticas, além de um mecanismo que determina a direção do vento que permite sua orientação correta. A estrutura, cuja altura depende da topografia da superfície do mar, está equipada com um sistema de balizamento com luzes e cores específicas que a tornam muito visível ao tráfego marítimo e aéreo para garantir a máxima segurança (BECHRAKIS, MCKEOGH E GALLAGHER, 2016).

A força do vento gira as pás, que são projetadas para capturar o máximo de energia cinética: elas podem se mover mesmo com ventos muito fracos, até 11 quilômetros por hora. As pás são conectadas à turbina por meio do cubo, que por sua vez é conectado ao eixo de baixa rotação, que gira na mesma velocidade das pás (entre 7 e 12 rotações por minuto) (LANGE, PAGE E CUMMINS, 2018).

Uma caixa de engrenagens aumenta essa velocidade mais de 100 vezes e a transfere para o eixo de alta velocidade, que se move a mais de 1.500 rotações por minuto e transmite essa força para o gerador (algumas tecnologias usam geradores de baixa velocidade acoplados diretamente ao de baixa velocidade eixo). Isto é onde a energia cinética é transformada em eletricidade (BECHRAKIS, MCKEOGH E GALLAGHER, 2016).

A eletricidade é alimentada pelo interior da torre até a base, onde um conversor a transforma em corrente alternada. Em seguida, ele é transportado por cabos subaquáticos para um transformador onde a tensão é elevada (entre 33 e 66 kV) para que possa ser transportado através do parque eólico. De lá, segue para a subestação, onde a energia elétrica é convertida em corrente de alta tensão (mais de 150 kV) e transportada pela rede de distribuição (LANGE, PAGE E CUMMINS, 2018).

A facilidade do transporte marítimo, que apresenta poucas limitações em termos de carga e dimensões em comparação com o terrestre, permitiu que as turbinas eólicas offshore atingissem capacidades e tamanhos unitários muito maiores do que as turbinas eólicas offshore. Atualmente, os parques eólicos offshore estão localizados em águas rasas (até 60 metros de profundidade) e distantes da costa, rotas marítimas, instalações navais estratégicas e espaços de interesse ecológico (BECHRAKIS, MCKEOGH E GALLAGHER, 2016).

Hoje, o mercado de energia elétrica é baseado no uso de tecnologias convencionais ou tradicionais de energia, sendo importantes também a participação da energia hidrelétrica. Poulsen e Lema (2017) afirmam que, no entanto, algumas destas tecnologias entraram em crise recentemente.

Em primeiro lugar, aquelas baseadas em combustíveis fósseis entraram em crise (crise do petróleo nos anos 1973 e 1979); em segundo lugar, a energia nuclear de fissão também entrou em crise, embora não em tal forma geral como a tecnologia baseada em combustíveis fósseis; em terceiro lugar, a energia hidrelétrica também caiu em crise, que foi justificada por uma atitude ambiental que surgiu devido à falta de critérios conservadores para o uso de recursos hidrológicos (TEIXEIRA, 2020).

Os grandes projetos hidrelétricos clássicos pararam, mas também o desenvolvimento de energia hidrelétrica de pequena escala. Naqueles anos, um interesse geral sobre o ajuste da fusão a energia nuclear existia. Como tem expostos antes, vários são os principais motivos para promover energias renováveis, sendo uma

delas a redução das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera. Isso implica que as energias renováveis permitem alcançar segurança energética pelo uso de recursos próprios de uma região, podendo estes responder de forma relativa ao aumento de o custo de energia das matérias-primas que não são controlados por esta região (DINH E BASU, 2016).

Além disso, outra vantagem das energias renováveis é a nenhuma contribuição de forma significativa para as emissões de dióxido de carbono, deixando a Terra quase intacta para as próximas gerações. Na tomada de decisão sobre investimentos, a indústria de energia está apoiada no uso de modelos econômicos para cálculo e comparação de custo de energia das diferentes tecnologias. A maioria os usados estão relacionados com o "custo nivelado de energia", que depende do custo de capital, custos operacionais e custos de combustível (POSSNERA E CALDEIRA, 2017).

Segundo Foley et al (2015) também é importante levar em consideração que algumas dessas tecnologias, principalmente os renováveis, são intensivos em capital, mas têm baixos custos operacionais, enquanto as tecnologias baseadas em combustíveis fósseis podem ser mais barata de construir, mas muito mais caro de operar.

O custo nivelado pode ser entendido como a primeira análise para a discussão sobre as questões econômicas das diferentes tecnologias para gerar eletricidade. No entanto, é importante levar em consideração o risco relacionado com a dificuldade de estimar a flutuação do custo das matérias-primas para a operação de algumas dessas tecnologias, principalmente as de combustíveis fósseis (DINH E BASU, 2016).

Por outro lado, existem vários fatores que podem distorcer o custo de energia, que são os subsídios relacionados aos incentivos econômicos fixados pelo governo para empurrar uma tecnologia de geração de energia específica, modificando o mercado de oferta e demanda. Os subsídios estão relacionados ao aspecto econômico incentivos fixados pelos governos para empurrar um poder específico tecnologia de geração, modificando a oferta e demanda do mercado (BECHRAKIS, MCKEOGH E GALLAGHER, 2016).

PARQUE EÓLICO OFFSHORE NO BRASIL

Para o Brasil, 2001, Atlas de Energia Eólica do Brasil, considerando apenas áreas terrestres e medições de vento a uma altura de 50 metros. O resultado obtido é um

potencial offshore de 143,5 GW, para a velocidade média do vento é superior a 7,0 m/s e a densidade média é a densidade de potência da área de cobertura ou campus é de 2,0 MW/km². Essa pesquisa não há consideração de impor quaisquer restrições ao desenvolvimento da energia eólica (TEIXEIRA, 2020).

O Brasil e o mundo estão cada vez mais se voltando para a energia eólica como forma de operar de forma sustentável em um mercado com preços elevados e pressão sobre recursos naturais limitados. Atualmente, os parques eólicos offshore geram 23 GW e, claramente, ainda há muito espaço para crescimento. Só em nosso país, o potencial já é enorme, e apenas parques instalados em espaços aquáticos podem gerar 700 gigawatts de energia elétrica. No entanto, em termos de investimentos propostos no setor, a pandemia pode afetar a situação nos próximos anos (SILVA, 2019).

Em 2017, para atualizar este atlas, "Novo atlas" Geração de energia eólica no Brasil, pelo Centro de Pesquisas em Energia Elétrica, com base em simulações realizadas em 2013. Mapa anual de velocidade média do vento para 30, 50, 80, 100, 120, 150 altitudes e 200 metros, terra e mar. No entanto, em termos de capacidade, o potencial Instalável, não contado (TEIXEIRA, 2020).

Apesar da menção de aplicações restritas, Impedir a instalação de parques eólicos, como zonas ambientais, florestas e rios, estes não estão destacados no mapa. Em nível estadual, o país possui alguns exemplos de atlas eólicos offshore. Pesquisas recentes basearam-se na aplicação de restrições de seleção de locais na análise. no entanto Atlas de vento mais antigos, como os do estado do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Por exemplo, Alagoas não considera restrições, mesmo localização, na área mais favorável para instalação do parque, Proteção Ambiental (SILVA, 2019).

O estudo de Farias (2020), é um exemplo e analisa potencial eólico offshore nas regiões sul e sudeste do Brasil. A conclusão é o Brasil possui recursos offshore promissores, dos quais os melhores incluem analisado no litoral entre o norte do Rio de Janeiro e Espírito Santo Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O potencial para profundidades de até 100 m é para a área considerada, calcula-se 115,0 GW. No entanto, o autor deixa claro, uma das limitações deste trabalho é que ele não inclui limitações em ser rotas, áreas protegidas, áreas de pesca comercial e todos os aspectos características geológicas do fundo do mar. Outro exemplo é o trabalho de (), o primeiro foi realizada uma avaliação do potencial eólico offshore para toda a costa brasileira (TEIXEIRA, 2020).

Os resultados mostram que a velocidade média do vento offshore no Brasil varia entre 7,0 e 12,0 m/s, a 80 metros de altura. As áreas com menor potencial estão próximas ao estado de São Paulo, enquanto três regiões se destacam por sua alta escala de vento, suas costas são: Sergipe e Alagoas, Rio Grande do Norte e Ceará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SILVA, 2019).

O potencial total é estimado em 1.780,0 GW. Restrições de localização exclusivas impostas aqui a pesquisa será realizada dentro do ZEE Brasil. Portanto, percebe-se que é necessário aprofundar a pesquisa em relação ao potencial eólico offshore do país, considere não apenas o potencial em teoria, mas também potencial que a próxima geração pode realmente explorar (FARIAS, 2020).

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), o país instalou 624 parques eólicos com capacidade de geração de 15,6 gigawatts, reduzindo a produção de dióxido de carbono: 28 milhões de toneladas de poluentes na atmosfera foram reduzidos. Entre 2012 e 2018, o país cresceu aos trancos e barrancos: de 15º entre os países mais instalados para 5º e 8º em capacidade instalada (TEIXEIRA, 2020).

Em 2019, o Brasil gerou 55,9 TW/h de energia eólica, o que equivale a abastecer 29,5 milhões de residências por um mês, afetando potencialmente a vida de 88,5 milhões de habitantes (42% da população brasileira). O futuro deste país é cheio de possibilidades. Se considerarmos apenas o potencial dos parques eólicos offshore, o país poderia produzir 700 gigawatts de energia por ano, mais de 30 vezes a capacidade global atual de 23 gigawatts produzidos dessa forma. No entanto, uma série de investimentos deve ser feita para atingir esse objetivo (SILVA, 2019).

Mundialmente, o cenário pré-COVID-19 também é interessante, embora ainda seja necessário avaliar como a pandemia afetará o segmento. O mercado global de energia eólica deverá crescer em média 4% ao ano, lembrando que a pandemia pode alterar as previsões no curto prazo. De acordo com um relatório divulgado pelo Conselho Global de Energia Eólica (GWEC), antes da chegada do novo coronavírus, esperava-se a criação de 42 milhões de empregos no setor de energia renovável entre novas instalações onshore e offshore até 2050 (TEIXEIRA, 2020).

De acordo com um comunicado de imprensa divulgado pela entidade, espera-se que 2020 seja um ano recorde para a energia eólica, com a GWEC prevendo 76 GW de novas adições de capacidade. O impacto total do COVID-19 nas instalações de energia eólica permanece desconhecido. O GWEC revisará sua previsão para 2020-

2024 com base no impacto potencial do COVID-19 nos mercados globais de energia e economia e emitirá uma perspectiva de mercado atualizada no segundo trimestre de 2020 (FARIAS, 2020).

Os 42 GW de parques eólicos offshore licenciados no Brasil superaram os 18 GW de parques eólicos offshore instalados no início deste ano e definiram o potencial do país para esta nova indústria. Multinacionais como Equinor, Neoenergia e agora EDP e Engie estão de olho em alternativas para geração de energia renovável em larga escala. No ano passado, a Equinor iniciou o licenciamento do Ibama para os parques eólicos offshore Aracatu I e Aracatu II. O plano é instalar o primeiro parque eólico no litoral do Rio de Janeiro e um segundo parque eólico entre os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (TEIXEIRA, 2020).

De acordo com o projeto, o parque será instalado a cerca de 20 quilômetros da costa, a uma profundidade entre 15 e 35 metros. Serão no total 320 aerogeradores, 160 por parque eólico, cada um com capacidade nominal de 12 megawatts. Cada parque terá uma subestação offshore para converter e fornecer energia para a costa. Em terra, outra subestação está conectada à rede de transmissão interligada. Também em 2020, a Neoenergia iniciou a emissão de licenças para três projetos de construção de parques eólicos offshore no Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Ceará (FARIAS, 2020).

A capacidade total instalada de 600 aerogeradores é de 9 GW. A mais recente melhoria nas perspectivas do mercado eólico offshore brasileiro é a Ocean Winds (OW Offshore), uma joint venture de 50% a 50% estabelecida em 2020 pela EDP Renováveis e ENGIE, com sede na Espanha. A empresa está em processo de licenciamento de cinco parques com capacidade de 15 GW, sendo a maioria de grande porte. Projetos no Rio Grande do Sul (700 MW e 6,5 GW); Rio de Janeiro (5 GW); Rio Grande do Norte (2 GW); e Piauí (999 MW) (TEIXEIRA, 2020).

O projeto Nova Energia da Sowitec tem o menor número de turbinas e eletricidade entre os 20 projetos licenciados no Brasil. Espera-se que tenha apenas uma turbina com capacidade de 3,4 megawatts. São quatro: Caucaia (Bi Energia), Asa Branca (Asa Branca), Jangada (Força Eólica do Brasil) e Camocim (Camocim Eireli). A maior em potência e número de turbinas é a Jangada. Serão 200 torres, cada uma com capacidade de 15 megawatts, totalizando 3 gigawatts. O Votu Winds Park instalou 144 torres, cada uma com capacidade de 10 megawatts, fornecendo 1.440 megawatts de energia elétrica. dois parques (FARIAS, 2020).

A Vento Tupi, de propriedade da Ventos do Atlântico Projetos de Energia Eólica Ltda., está licenciando 74 aerogeradores a 14 quilômetros da costa para gerar 999 megawatts de eletricidade. Palmas do Mar em Bosford Participações terá 93 turbinas com capacidade total de 1,395 megawatts. O estado concentrou quatro dos seis maiores projetos offshore em desenvolvimento. O projeto Ventos do Atlântico, no Rio de Janeiro, é o segundo maior projeto do país, com 371 aerogeradores e mais de 5 GW de energia elétrica (TEIXEIRA, 2020).

Em seguida está o Parque Aracatu da Equinor, com 3,8 GW de capacidade e 320 turbinas. Também tem quatro projetos. A Ventos Potiguar, de propriedade da Internacional Energias, é a maior com 207 aerogeradores com capacidade total de 2,4 GW. Ventos do Atlântico e Bosford Participações também têm projetos no estado, cada um somando cerca de 2 GW. Com 6,5 GW de energia elétrica, o Parque Ventos do Sul, de propriedade da Ventos do Atlântico, é o maior parque do estado e do país. O projeto instalará 482 turbinas a 21 quilômetros da costa. O estado também planeja construir outros três parques: Águas Claras (Força Eólica do Brasil) com 3 GW; Coastal Winds (Bosford Participações) 1,2 GW; e Tramandaí Offshore (Ventos do Atlântico) com 702 MW (FARIAS, 2020).

Os projetos são de dois tipos: os que buscam avançar na regulamentação vigente e os de grande porte, aguardando a definição da política eólica offshore brasileira. No ano passado, a regulamentação do setor começou a ganhar mais relevância no planejamento energético com o lançamento do diagrama do circuito eólico offshore pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (TEIXEIRA, 2020).

No documento, além do potencial, são apontadas soluções regulatórias para tratar das concessões nos direitos de exploração da área marítima. Além das licenças ambientais, houve discussões entre diversos órgãos governamentais e o Congresso sobre direitos de exploração em áreas offshore. Recentemente, o ministro de Minas e Energia, Bento Albuquerque, prometeu divulgar o marco regulatório até o final do ano, mas não ficou claro se o governo apresentará um projeto de lei ou tratará do assunto apenas por meio do CNPE (FARIAS, 2020).

Há também um projeto de lei apresentado pelo senador Jean-Paul Prates (PT/RN) que busca criar um marco regulatório para a instalação de parques eólicos offshore no Brasil, inspirado nos padrões de exploração em blocos da indústria do

petróleo. Nele, o governo promove a competição por blocos, um prisma fictício no qual as empresas entram em direitos de exploração e produção (TEIXEIRA, 2020).

Um dos problemas é a sobreposição de projetos, que já é um problema. No Rio Grande do Norte e no Espírito Santo, existem parques licenciados para explorar o mesmo polígono. No Rio Grande do Norte, um potencial disputa é entre Força Eólica do Brasil (Neoenergia), Ventos do Atlântico (OW Offshore) e Bosford Participações (FARIAS, 2020).

Em uma nova reviravolta no projeto de privatização da Eletrobras, o relator Marcos Rogério (DEM/RO) decidiu abrir a possibilidade de contratação de usinas termelétricas na região sudeste, o que poderia beneficiar o estado do Rio de Janeiro, maior produtor de energia natural do Brasil gás. nação. Para obter votos suficientes para aprovar a medida provisória de privatização da Eletrobras, o governo aceitou uma emenda que anulou o alvará de construção da linha de transmissão Manaus-Boa Vista no Ibama e na Funai (FARIAS, 2020).

Em relação à fronteira energética, esta nova fonte de energia deverá ser lançada por volta de 2025 ou 2026, desde que haja um esquema de incentivo para parques eólicos offshore, conforme alterado pela Lei 10.438/2002 que institui o PROINFA. "Isso trará melhor perspectiva de contratação para este mercado". Segundo (), o setor eólico offshore não possui infraestrutura portuária básica porque o Brasil não possui fabricantes de pás e torres. A infraestrutura eólica offshore é bastante diferente da infraestrutura eólica offshore porque o equipamento é menor (TEIXEIRA, 2020).

Do ponto de vista legal, não há barreiras para projetos eólicos offshore com base na estrutura regulatória atual. Agora, é claro, os projetos eólicos offshore têm algumas peculiaridades por estarem localizados em águas públicas, geralmente em águas territoriais ou um pouco mais tarde, e pela grande quantidade de energia que esses projetos geram, o que na prática exige soluções políticas adequadas. Energia (EPI) (FARIAS, 2020).

De fato, outros incentivos foram utilizados no passado, como o PROINFA, leilão de energia renovável por produto/fonte. Outro órgão é a SPU (Secretaria do Patrimônio da União), que administra e autoriza o uso de imóveis em áreas de propriedade da União. O desenvolvimento do projeto é muito importante. Os recursos eólicos são muito bons, com ventos alísios, além de outras condições, como grandes

mares sem águas muito profundas (até 60 m de profundidade), que viabilizam projetos com plataformas fixas no fundo do mar (TEIXEIRA, 2020).

O Brasil também se beneficia do fato de não vivenciar eventos extremos como a Ásia e, dessa forma, facilitar a implementação de projetos, pois em regiões onde ocorrem eventos extremos (terremotos, furacões), o valor a ser investido é muito maior. O território brasileiro oferece muitos recursos naturais renováveis e sua demografia indica uma maior demanda futura por energia. O país levou 20 anos para atingir 20 gigawatts de capacidade de energia eólica, mas a realidade é que o ritmo agora é muito mais rápido. O crescimento exponencial da energia eólica no Brasil nos permite planejar atingir 60 GW já em 2030, sendo 40 GW onshore e 20 GW offshore (FARIAS, 2020).

O maior parque eólico da América do Sul e o maior parque eólico do mundo pela Enel Green Power. O parque eólico Lagoa dos Ventos acaba de entrar em operação comercial. A construção das unidades de 716 megawatts nos municípios de Lagoa do Barro do Piauí, Queimada Nova e Dom Inocêncio, no Piauí, envolveu um investimento de cerca de 3 bilhões de reais, o equivalente a cerca de 620 milhões de euros ao câmbio atual (TEIXEIRA, 2020).

O parque eólico Lagoa dos Ventos em funcionamento, composto por 230 aerogeradores, irá gerar mais de 3,3 TWh de eletricidade por ano, evitando a emissão de mais de 1,9 milhões de toneladas de dióxido de carbono na atmosfera. Do total de capacidade instalada da usina, a Enel Green Power conquistou 510 MW no leilão A-6 de dezembro de 2017, respaldado por um contrato de fornecimento de energia de 20 anos com um grupo de distribuidoras que operam em mercados regulados, os 206 MW restantes serão fornecidos à mercado livre para venda a clientes comerciais utilizando as operações consolidadas da Enel no país (FARIAS, 2020). Em dezembro de 2020, a Enel anunciou o início da construção do novo projeto eólico Lagoa dos Ventos III com capacidade instalada de 396 MW. O novo parque eólico terá um investimento de cerca de 360 milhões de euros e a capacidade total instalada da Lagoa dos Ventos será de cerca de 1,1 GW. Todo o parque eólico será equipado com 302 aerogeradores com capacidade anual de geração de energia de aproximadamente 5,0 TWh, evitando a emissão de mais de 2,8 milhões de toneladas de dióxido de carbono na atmosfera a cada ano (TEIXEIRA, 2020).

Dada a escala do projeto, a Enel Green Power projetou o layout da usina com base em uma avaliação de alta resolução dos recursos eólicos para otimizar a produção de energia na Lagoa dos Ventos. A empresa também implementou medidas nos canteiros de obras alinhadas ao modelo de "canteiro de obras sustentável" da Enel, como medidas de conservação e reuso de água e medidas de eficiência de iluminação. Durante a construção da Lagoa dos Ventos, devido à pandemia, e de acordo com as instruções das autoridades sanitárias, foram implementados protocolos de segurança para garantir a proteção necessária aos trabalhadores envolvidos na construção e à comunidade onde se encontra o parque (FARIAS, 2020).

O mesmo contrato está sendo executado para a construção do novo parque eólico Lagoa dos Ventos III. A empresa possui diretrizes rígidas de viagem, incluindo isolamento preventivo quando os trabalhadores se mudam para cidades fora do local; saneamento aprimorado das instalações, veículos e meio ambiente do canteiro de obras; e medidas para garantir práticas de trabalho seguras. No canteiro de obras, a programação diária das equipes e apresentações é manter o distanciamento social (TEIXEIRA, 2020).

A Enel Green Power também vem realizando uma campanha de testes envolvendo todos os funcionários que trabalham nos canteiros de obras. No Brasil, o Grupo Enel, por meio de suas subsidiárias EGPB e Enel Brasil, possui uma capacidade combinada de energia renovável de mais de 3,7 GW, incluindo 1.498 MW de energia eólica, 979 MW de energia solar e 1.269 MW de energia hídrica (FARIAS, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, tento apresentar os parques eólicos offshore, suas operações e perspectivas futuras. Devido ao seu extenso litoral ao longo da costa atlântica, o Brasil é um dos países mais propensos a instalar tais estruturas. Em um mundo de crescente demanda por energia renovável, as possibilidades são enormes, por mais desafiadora que seja a situação pós-pandemia.

Estimular pesquisas futuras sobre potencial offshore e até mesmo ajudar desenvolver procedimentos de licenciamento da indústria, pesquisas adicionais, principalmente relacionado às normas ambientais e sociais, que devem ser costa do Brasil. quanto aos dados de vento, serão necessárias torres de medição Offshore para validação de modelo e cálculo de geração. Não só isso, mas também é importante

melhorar o gerenciamento de dados integrando diferentes bases de informação disponíveis, é possível otimizar e tornar os futuros estudos de impacto ambiental mais robustos.

Outra sugestão é prever Recursos Eólicos Offshore, Potencial Eólico Offshore e Regiões Preferidas no Brasil as próximas décadas serão afetadas pelas mudanças climáticas, que podem planejamento energético nacional de longo prazo mais robusto, levando em consideração esta fonte participa futuramente da Matriz Energética Brasileira.

Em relação à energia eólica offshore no Brasil, a conclusão deste estudo é que viabilidade técnica, custos de instalação podem ser minimizados e evitados impactos ambientais e sociais em um enorme recurso eólico. desenvolvimento da indústria portanto, a energia eólica offshore é vista como uma boa oportunidade, o país utiliza seus recursos naturais e estimula o crescimento de recursos fontes de energia renováveis para diversificar a matriz e melhorar a segurança energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECHRAKIS, D. A.; MCKEOGH, E. J. E GALLAGHER, P. D. **Simulação e avaliação operacional para um pequeno sistema autônomo de energia eólica.** 2016.

DINH, V. N E BASU, B. **Dinâmica e controle de turbinas eólicas offshore.** Conferência Internacional sobre Teoria e Aplicação de Vibração Aleatória, China, 2016.

FARIAS, A. F. **O CICLO DE VIDA DE PARQUES EÓLICOS ONSHORE NO BRASIL: DA PROSPECÇÃO À DESATIVAÇÃO.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) submetido ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica. Florianópolis, 2020.

FOLEY, A. M. ET AL. **Métodos atuais e avanços na previsão da geração de energia eólica.** Energia renovável, vol. 37, no. 1, pp. 1-8, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GONZÁLEZ, A.; MCKEOGH, E. E GALLACHÓIR, B. O. **O papel do hidrogênio na alta energia eólica penetração de sistemas elétricos: o caso irlandês,** Energia Renovável, vol. 29, nº 4, pp. 471- 489, 2014.

KITSIOU, D.; KARYDIS, M. E O'HAGAN, A. M. **Planejamento Espacial Marinho: Metodologias, Questões Ambientais e Tendências Atuais,** Nova York. 2017.

LANGE, M.; PAGE, G. E CUMMINS, V. Desafios de governança da energia renovável marinha: desenvolvimento nos EUA - Criando as condições propícias para o desenvolvimento de projetos bem-sucedidos. 2018.

LEAHY, P. G. E MCKEOGH, E. J. Persistência das condições e implicações de baixa velocidade do vento para a variabilidade da energia eólica. 2013.

POSSNERA, A E CALDEIRA, K. Potencial geofísico para energia eólica sobre os oceanos abertos. 2017.

POULSEN, T. E LEMA, R. A cadeia de abastecimento está pronta para a transformação verde? O caso de logística eólica offshore. 2017.

SILVA, Amanda Jorge Vinhoza de Carvalho. Potencial Eólico Offshore no Brasil: Localização de Áreas Nobres através de Análise Multicritério. Dissertação de mestrado – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2019.

TEIXEIRA, R. M. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E IMPLEMENTAÇÃO DE PARQUE EÓLICO OFFSHORE: ESTUDO DE CASO DO PARQUE EÓLICO OFFSHORE EM CAUCAIA/CE. Artigo TCC apresentado ao curso de Direito do Centro Universitário Fametro – Unifametro – como requisito para a obtenção do grau de bacharel. FORTALEZA, 2020.