

# OPORTUNIDADES E DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE NO LITORAL DO RIO GRANDE DO NORTE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

Allan Fellipe de Azevedo Pessoa (Creation Research Group/UFRN)

Mario Orestes Aguirre González (Creation Research Group/UFRN)

David Cassimiro de Melo (Creation Research Group/UFRN)

Monalisa da Silva Godeiro (Creation Research Group/UFRN)

Luana Pereira Nogueira (Creation Research Group/UFRN)



*A produção de energia eólica offshore no litoral do Rio Grande do Norte enfrenta diversos desafios que impactam seu desenvolvimento. Com base na Revisão Bibliográfica Sistemática realizada sobre a energia eólica offshore no contexto do litoral do Rio Grande do Norte, este artigo científico tem como objetivo identificar os desafios, oportunidades e caminhos para o desenvolvimento sustentável do setor no Brasil, com um foco específico na aplicação no estado do RN. Inicialmente, é destacada a dependência global dos combustíveis fósseis na geração de energia e os impactos ambientais associados, o que motiva a transição para fontes renováveis. A aplicação da energia eólica offshore é discutida como uma solução viável, com a evolução das tecnologias de turbinas flutuantes para maximizar a eficiência e reduzir custos. No entanto, são identificados desafios regulatórios, logísticos e econômicos que afetam o desenvolvimento do setor, destacando a importância de políticas governamentais e marcos regulatórios claros para impulsionar a indústria. A Revisão Bibliográfica Sistemática realizada revela a contribuição significativa de estudos brasileiros sobre o tema, com análises detalhadas sobre a viabilidade econômica, impactos ambientais e inovações tecnológicas. Ao final, são apresentadas recomendações para acelerar o desenvolvimento da energia eólica offshore no Brasil, visando alcançar metas climáticas globais e promover um futuro sustentável.*

*Palavras-chave: Energia eólica offshore, Desafios, Oportunidades, Desenvolvimento sustentável, Brasil.*

## 1. Introdução

A dependência dos combustíveis fósseis na geração de energia para a vida humana resultou na degradação irreversível do ecossistema devido ao fenômeno do aquecimento global. Para reduzir a brusca ascensão da temperatura, têm sido realizados esforços para minimizar as emissões de gases de efeito estufa por meio da substituição intermitente de combustíveis fósseis por fontes de energia renovável e sustentável. No Brasil, são utilizadas diversas fontes de energia renovável, como a hidráulica, eólica, biomassa e solar, além de outras como a energia geotérmica e dos oceanos (TAVARES, 2023).

Um exemplo de aplicação da energia eólica, é por meio da construção de parques localizados em alto mar. Para a construção de parques eólicos em áreas marítimas distantes, diferentes tipos de turbinas eólicas podem ser projetados. Devido ao aumento da profundidade da água na região de construção de parques eólicos *offshore*, houve uma evolução na fundação das turbinas eólicas, passando do tipo fixo tradicional para o flutuante, visando assegurar o funcionamento das turbinas eólicas e reduzir os custos de construção (LIU *et al.*, 2019).

Para maximizar a eficiência de custos da energia eólica no futuro, é essencial que os governos estabeleçam metas nacionais ambiciosas, implementem regulamentações favoráveis e removam obstáculos no processo de desenvolvimento. Embora as instalações de energia eólica tenham apresentado números relativamente positivos, em 2022, foi observado um cenário peculiar em que políticas governamentais mal concebidas, custos logísticos mais altos e atrasos em projetos devido a regulamentações de licenciamento deficientes contribuíram para uma queda nos preços, criando uma situação contraditória: enquanto os mercados de energia recompensavam as empresas de combustíveis fósseis com lucros recordes, as empresas de energia renovável enfrentavam desafios para alcançar o ponto de equilíbrio (GWEC, 2023).

Para garantir o escoamento da produção de energia eólica *offshore*, é fundamental o desenvolvimento de linhas de transmissão que sincronizem a geração e a demanda de energia em diferentes locais. No entanto, essa sincronização pode ser desafiadora, levando à necessidade de ajustes na geração e na demanda, que podem ser alcançados por meio do armazenamento de energia, em regiões com grande expansão de energias renováveis, como parte da transição energética, pode haver limitações na disponibilidade de eletricidade quando necessário, exigindo importação, armazenamento ou produção convencional de energia, nesses casos, a conversão por meio de processos *Power-to-X* pode ser uma alternativa viável, especialmente em áreas onde os custos de transmissão de energia são elevados. (SIEBELS, 2021).

A energia eólica *offshore* tem grande potencial no litoral do Rio Grande do Norte, mas enfrenta desafios específicos. Por este motivo o presente artigo tem como objetivo identificar na literatura quais são as perspectivas para o desenvolvimento do setor eólico *offshore* brasileiro com vistas aos desafios e oportunidades dessa tecnologia no estado do RN.

A pesquisa está dividida em 5 seções. Além dessa primeira seção que apresenta a introdução, a Seção 2 contém o método da pesquisa. A Seção 3 apresenta a fundamentação teórica. A Seção 4 detalha os resultados. Por fim, Seção 5 trata das considerações finais e recomendações da pesquisa.

## **2. Método da pesquisa**

A presente pesquisa utiliza uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) para fundamentar o conteúdo proposto. Em relação às suas classificações, a abordagem é qualitativa, com natureza aplicada, objetivo descritivo e procedimento bibliográfico. Uma RBS consiste no meio de pesquisa que utiliza da criticidade humana para percorrer o arcabouço literário sobre os temas almejados com o intuito de encontrar as evidências teóricas e quantitativas sobre determinados problemas de pesquisa. A RBS aborda uma questão específica utilizando um método claro e reproduzível, permitindo a confirmação da eficácia de intervenções (CANUTO; OLIVEIRA, 2020).

### **2.1 Classificação da pesquisa e coleta de informações**

Esta pesquisa pode ser classificada como sendo de uma abordagem como qualitativa, pois busca compreender e interpretar os desafios, oportunidades e caminhos sustentáveis da situação da energia eólica *offshore* no litoral do Rio Grande do Norte. De acordo com Prodanov e Freitas (2013) nesse tipo de pesquisa, não há necessidade de utilizar métodos e técnicas estatísticas. A coleta de dados é feita diretamente no ambiente natural, sendo o pesquisador o instrumento principal.

Com relação a natureza, a pesquisa é aplicada, pois visa gerar conhecimentos para aplicação prática voltados à solução de problemas específicos (FLEURY; WERLANG, 2017). Neste caso, a situação da energia eólica *offshore* no litoral do Rio Grande do Norte. Quanto ao objetivo, a pesquisa é descritiva, pois pretende descrever as características de determinado fenômeno ou a relação entre variáveis. Aqui, o objetivo é descrever a quantidade de trabalhos publicados sobre o tema e avaliar seus conteúdos. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), o objetivo descritivo é aquele que se vale do estudo das características de um grupo ou fenômeno.

E finalmente com relação ao procedimento, a pesquisa é bibliográfica, pois é desenvolvida a partir de material já publicado, constituído principalmente artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet. Neste caso, será realizada uma RBS. Segundo Souza, Oliveira e Alves (2021) a pesquisa bibliográfica é aquela que é elaborada com base em material já publicado. A revisão, buscou compreender 3 etapas: I) Coleta da amostra; II) Filtragem do material; e III) Avaliação do conteúdo. Essas etapas estão presentes na seção o tópico de Resultados e discussão.

## 2.2 Coleta da amostra

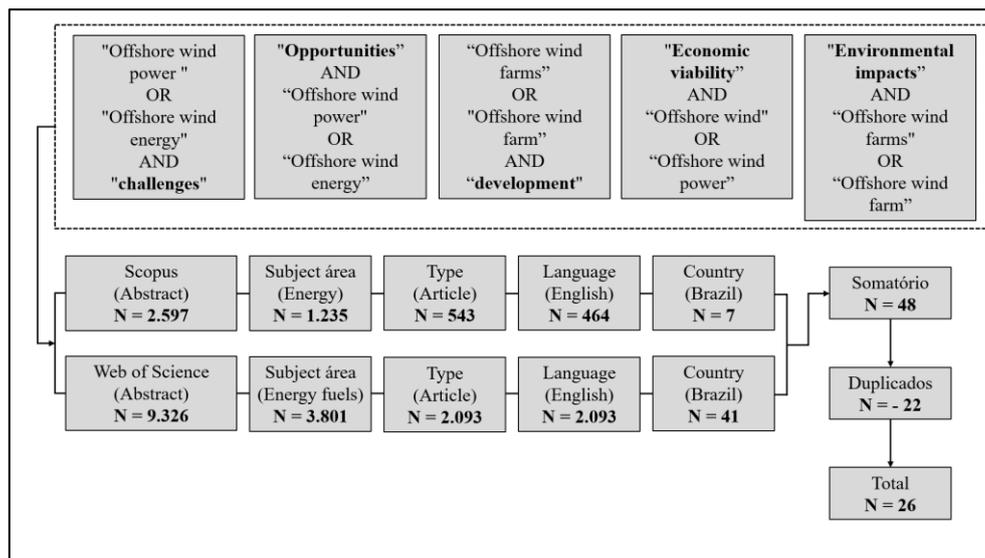
As bases de dados utilizadas nessa etapa foram acessadas por meio do portal do Periódicos CAPES, no acesso CAFe, dentro da plataforma foram pesquisadas as bases Scopus e Web of Science. A coleta da amostra (Figura 1), buscou identificar os trabalhos que tivessem seus resumos assuntos que tratassem sobre: “*challenges*”, “*opportunities*”, “*development*”, “*economic viability*” e “*environmental impacts*”. A união dessas palavras com as localizações dos parques eólicos e as próprias instalações em alto mar: com a pesquisa entre termos semelhantes como: “*offshore wind power*” e “*offshore wind energy*” ou “*offshore wind farms*” e “*offshore wind farm*”.

## 2.3 Filtragem do material

Por meio da união entre as palavras-chave, foram pesquisadas optando-se por selecionar o filtro de resumo dos trabalhos, levando em consideração as chances de se encontrar os termos considerados semelhantes elencados anteriormente. Essa filtragem resultou no retorno de 2.597 e 9.326 da Scopus e da Web of Science, respectivamente. A partir dessa filtragem, iniciou-se a utilização de novos filtros para seleção como pode ser observado na Figura 1.

Logo em seguida, foi selecionado o filtro de área temática (*Subject area*), optando pelo filtro de “*Energy*” na Scopus e “*Energy fuels*” na Web of Science, resultando em 1235 e 3801 artigos, respectivamente. No filtro de tipo (*Type*), selecionaram-se apenas artigos (*Articles*) em ambas as bases de dados, o que retornou 543 e 2093 resultados, respectivamente. No filtro de idioma (*Language*), foram selecionados apenas trabalhos em inglês. Por fim, na aba de país (*Country*), os trabalhos foram alocados para o Brasil. No total, foram encontrados 48 artigos, dos quais 22 eram duplicados, resultando em uma amostra final de 26 trabalhos.

Figura 1 – Descrição das etapas da Revisão Bibliográfica Sistemática



Fonte: autoria própria (2024)

### 3. Fundamentação teórica

A pesquisa sobre a energia eólica *offshore* é crucial, considerando aspectos como desafios ambientais no litoral Potiguar, infraestrutura e logística regional, regulamentação e licenciamento específicos para o RN, viabilidade econômica e inovações tecnológicas adaptadas à região. Esses estudos são essenciais para o avanço da produção de energia renovável e proteção do planeta.

#### 3.1 Desafios e oportunidades no desenvolvimento de energia do litoral potiguar

No que concerne aos desafios ambientais na produção de energia eólica *offshore* no estado do Rio Grande do Norte, incluem a proteção dos ecossistemas marinhos e a mitigação de impactos sobre a biodiversidade. O Brasil atrai muitos investidores para projetos de energia eólica offshore, com licenças para mais de 200 GW já solicitadas mesmo sem regulamentação, mas a principal dificuldade é criar um ambiente favorável para efetivar esses investimentos por meio de regulação estável, incentivos financeiros e infraestrutura adequada, para evitar que sejam direcionados a outros países ou setores mais desenvolvidos (DIAS, 2023).

O Rio Grande do Norte possui o maior potencial eólico do Brasil, com uma potência instalada de aproximadamente 7 GW, suficiente para abastecer cerca de 21 milhões de pessoas. O estado, que precisa de pouco mais de 1 GW para seu consumo total, tem capacidade excedente para fornecer energia a 17 milhões de pessoas adicionais. Com 218 parques eólicos, é o segundo no país em número de parques e responsável por um quarto da energia eólica gerada no Brasil, a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte (FIERN) promove a energia limpa

através de iniciativas como o Mais RN, que visa criar um ambiente propício aos negócios e ao empreendedorismo, fortalecendo a infraestrutura e a segurança logística da região (ARAGÃO, 2022).

Com relação ao licenciamento ambiental e regulamentação no RN, trata-se de um processo complexo que exige coordenação entre diferentes níveis de governo. O Brasil Energia Insight (2021) informa que o RN está prestes a se tornar o primeiro estado brasileiro a produzir energia eólica *offshore*, com a assinatura de um acordo entre o governo estadual e a *International Renewable Energy (IER)* para desenvolver um projeto entre Pedra Grande e São Bento do Norte, capitalizando a experiência da IER, que já desenvolveu mais de 2GW em projetos de energias renováveis no Nordeste, incluindo pesquisas em energia eólica *offshore* e geração de hidrogênio verde no litoral norte do estado em 2020.

De acordo com Ferreira (2019) existem estudos que indicam que a viabilidade econômica da energia eólica *offshore* no Brasil depende da identificação de hotspots com ventos favoráveis e da modelagem de parques eólicos utilizando dados de estações meteorológicas e satélites. Em outras análises foi possível constatar que o custo nivelado da eletricidade e a energia gerada ao longo do ano são fatores críticos para avaliar a competitividade dessa tecnologia.

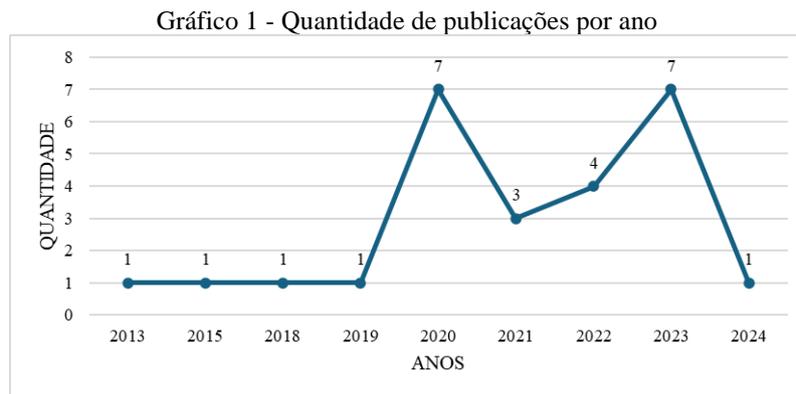
Corroborando com esse entendimento, as inovações tecnológicas são fundamentais para a viabilidade dos projetos de energia eólica *offshore* no RN. O Centro de Tecnologia do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER) e o Instituto de Inovação (ISI-ER) do SENAI-RN possuem participação nas questões de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias adaptadas às condições específicas da região. Tecnologias emergentes, como turbinas flutuantes e sistemas de armazenamento de energia, estão sendo desenvolvidas para maximizar a eficiência e reduzir custos (BRAZIL ENERGY INSIGHT, 2024).

#### **4. Resultados e discussão**

No presente tópico é apresentado o detalhamento da avaliação do conteúdo. São abordados os anos das publicações, os periódicos mais publicados, os trabalhos com maior índice de impacto, o volume que cada periódico possui, a quantidade de autores por região, detalhamento dos desafios e das oportunidades de cada trabalho e por fim as contribuições dos autores potiguares nas publicações.

##### **4.1 Avaliação do conteúdo**

Os trabalhos que passaram pela avaliação do conteúdo foram os artigos selecionado como publicações brasileiras. Na quantidade de publicações por ano (Gráfico 1), é possível observar que as publicações entre os anos de 2020 e 2023 tiveram um decréscimo, talvez devido ao período de pandemia vivenciado, mas logo em seguida percebe-se uma zona de crescimento. Em 2024 as publicações ainda se encontram em desenvolvimento para que esse total possa ser levado em consideração. É importante frisar que entre 2013 e 2019, apenas 4 publicações foram encontradas.



Fonte: dados da pesquisa (2024)

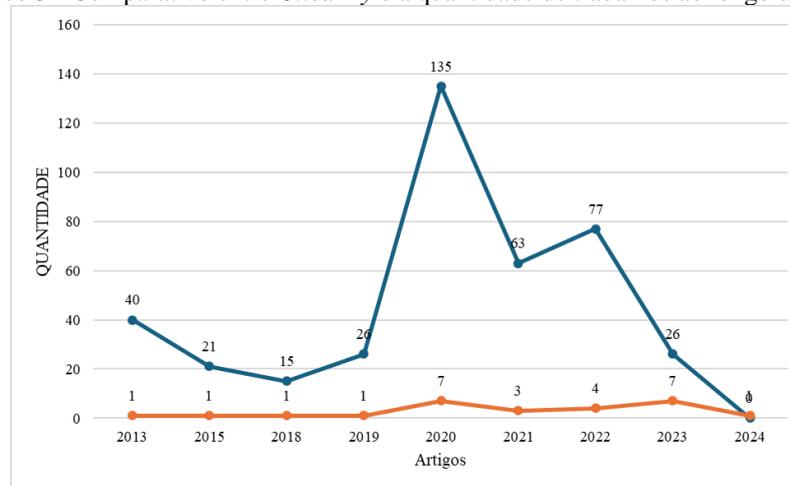
É crucial compreender essa variação ao decorrer dos anos de como percorreu a distribuição dessas publicações. Com relação a distribuição de artigos em periódicos e conferências (Gráfico 2) apresentou como top 3, o periódico *Energies*, *Energy* e *International Journal Of Hydrogen Energy*, respectivamente eles obtiveram 8, 5 e 3 artigos encontrados durante a etapa de coleta e filtragem do material.



Fonte: dados da pesquisa (2024)

Uma das formas de se compreender a relevância de um trabalho científico, é por meio da observação da métrica do seu *Cited-by* (Gráfico 3), tecnicamente, essa métrica consiste em uma medida de avaliação que analisa quantas vezes um trabalho foi referenciado por outros trabalhos dentro da literatura científica, o seu uso é primordial para que o conhecimento científico seja compartilhado. Dentre os trabalhos que foram encontrados o ano de 2020 totalizou 7 artigos, dos quais a somatória de seus *Cited-by* alcançaram o valor de 135, ficando na sequência do somatório dos 4 trabalhos de 2022 que totalizaram 77 e em terceira colocação o ano de 2021 com 3 artigos e um total de 63 em *cited-by*.

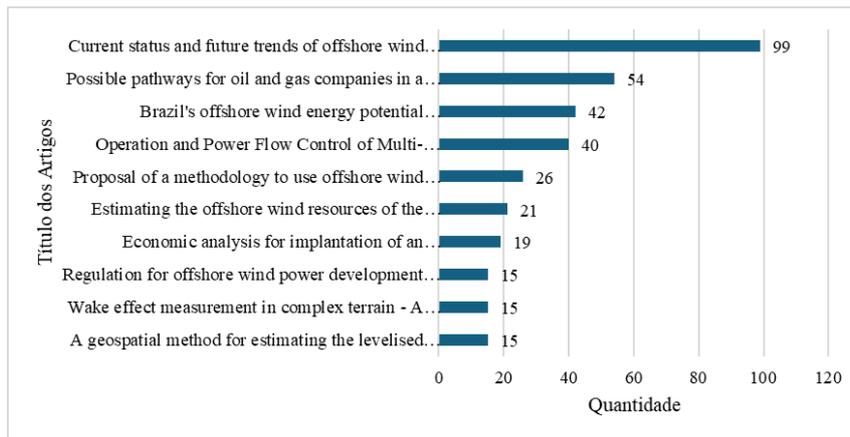
Gráfico 3 - Comparativo entre *Cited-By* e a quantidade de trabalhos ao longo dos anos



Fonte: dados da pesquisa (2024)

Além do comparativo descrito anteriormente, é importante compreender o tema debatido pelos trabalhos com maior quantidade de citações (Gráfico 4). Os cinco trabalhos mais citados abordam os seguintes temas: “Proposta de metodologia para aproveitamento de energia eólica *offshore* na costa sudeste do Brasil”, “Operação e controle de fluxo de energia de redes CC multiterminais para integração à rede de parques eólicos *offshore* usando algoritmos genéticos”, “Avaliação do potencial de energia eólica *offshore* do Brasil com base em uma análise de decisão espacial multicritério”, “Possíveis caminhos para as empresas de petróleo e gás num futuro sustentável: Da perspectiva de uma economia do hidrogênio” e “Situação atual e tendências futuras da energia eólica *offshore* na Europa”.

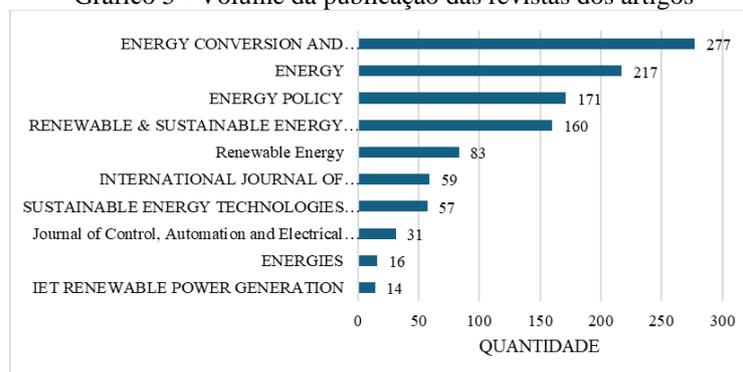
Gráfico 4 - *Cited-by* dos artigos



Fonte: dados da pesquisa (2024)

Outro ponto de avaliação é por meio do número do volume da revista, esse número consiste na subdivisão numérica ou cronológica das publicações a qual agrupa em um conjunto específico de edições, essas divisões podem ocorrer de serem anuais, correspondendo assim cada volume a um ano, ou em outros períodos. Na amostra encontrada (Gráfico 5), as revistas que estiveram entre as três com maiores números de volume foram *Energy Conversion and Management*, *Energy* e *Energy Policy*, com respectivamente 277, 217 e 171.

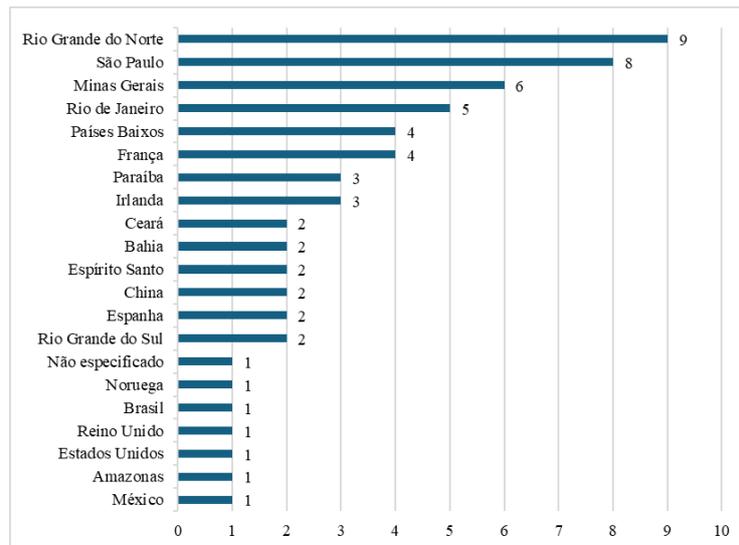
Gráfico 5 - Volume da publicação das revistas dos artigos



Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os trabalhos foram descritos de acordo o país e estado de cada autor (Gráfico 6), nessa análise 9 países (México, Estados Unidos, Reino Unido, Noruega, Espanha, China, Irlanda, França e Países Baixos) contribuíram com a elaboração dos trabalhos brasileiros o que totalizou 19 autores. Com relação as contribuições nacionais, ao todo foram contabilizados 41 autores, sendo os estados do Rio Grande do Norte, São Paulo e Minas Gerais, os que apresentaram a maior quantidade de autores.

Gráfico 6 - Quantidade de autores por região



Fonte: dados da pesquisa (2024)

O trabalho representado na descrição como “Não especificado” consistiu em um arquivo que não foi possível encontrar na literatura a sua localização e o que apresentou a região como sendo Brasil, foi enviado pela empresa Petrobras. No anexo é possível encontrar cada título dos artigos, na Tabela 1 é possível compreender como ocorre a distribuição dos desafios de acordo com cada artigo, a maior parte dos trabalhos buscou efetuar estudos sobre viabilidade técnica, análise de capacidade e recursos e compreender os aspectos econômicos e financeiros. Os artigos correspondentes a cada numeração estão descritos no Apêndice A.

Tabela 1 – Avaliação dos desafios dos artigos

<b>ANÁLISE DOS DESAFIOS</b>	<b>ARTIGOS</b>
Estudo de Viabilidade Técnica:	1, 2, 4, 6, 9, 10, 14, 18, 22, 24, 25
Análise de Capacidade e Recursos:	3, 5, 8, 14, 19, 22, 25, 26
Aspectos Econômicos e Financeiros:	4, 7, 9, 11, 18, 25, 26
Impacto Ambiental e Sustentabilidade:	4, 8, 13, 15, 19, 23
Desenvolvimento Tecnológico e Inovação:	1, 12, 16, 17, 21
Regulamentação e Políticas Públicas:	11, 23
Mapeamento e Avaliação de Recursos:	14, 19, 22, 25, 26
Integração com Outras Fontes de Energia:	4, 15

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Ao que concerne a análise das oportunidades (Tabela 2), a maior quantidade de artigos esteve debruçada nas propostas sobre a regulamentação e desenvolvimento de políticas e na identificação de regiões favoráveis para instalação de parques eólicos *offshore*.

Tabela 2 – Avaliação das oportunidades dos artigos

<b>ANÁLISE DAS OPORTUNIDADES</b>	<b>ARTIGOS</b>
Estrutura e Eficiência de Conversores:	1, 21
Avaliação de Condições e Comportamento Dinâmico:	2
Calibração de Modelos e Precisão de Resultados:	3
Complementaridade de Energia e Potencial Competitivo:	4, 15
Potencial de Armazenamento de Hidrogênio:	5, 13
Regulamentação e Desenvolvimento de Políticas:	6, 11, 23

Custo Nivelado de Produção (LCOH):	7
Identificação de Regiões Promissoras:	8, 9, 10
Utilização da Economia Baseada em Hidrogênio:	13
Metodologia para Avaliação de Capacidade:	14, 22
Desempenho de Algoritmos e Sistemas de Controle:	16, 17
Análise de Viabilidade Econômica:	18
Comportamento do Vento e Fenômeno de Crossover:	19
Tendências Futuras em Parques Eólicos <i>Offshore</i> :	20
Aplicabilidade de Tecnologias Propostas:	21, 24
Potencial Inexplorado e Impacto Mínimo:	25, 26
Utilidade e Aplicação dos Resultados:	23

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Dentre os autores potiguares em suas publicações e nos trabalhos dos quais contribuíram, apresentaram os seguintes posicionamentos:

- Gomes *et al.* (2019): Destacam a capacidade técnica da região sudeste do Brasil para complementar sua matriz energética com energia eólica *offshore*, especialmente com o apoio de avaliações econômicas e incentivos fiscais;
- Azevedo *et al.* (2020): Defendem a necessidade de formular uma política regulatória no Brasil que promova a competitividade do setor e permita a exploração do potencial eólico *offshore*, garantindo segurança jurídica aos investidores e preservando a biodiversidade ambiental. Também ressaltam a importância da pesquisa e inovação para o desenvolvimento de tecnologias avançadas e capacidades de armazenamento de energia;
- González *et al.* (2020): Argumentam sobre a necessidade de um marco regulatório para o desenvolvimento da indústria eólica *offshore* no Brasil, propondo uma estrutura que pode ser adotada por outros países devido ao ciclo de vida único das fazendas eólicas *offshore*;
- Tuchtenhagen *et al.* (2020): Apontam a necessidade de estudos futuros para avaliar adequadamente a energia eólica *offshore* na costa sul do Brasil, utilizando modelos acoplados oceano-atmosfera para uma compreensão mais precisa da circulação de superfície na região;
- Vasconcelos, Passos Filho e Oliveira (2020): Apresentam uma abordagem inovadora para determinar o ponto de conexão ótimo de fazendas eólicas *offshore* em redes onshore, visando maximizar a penetração de energia eólica no sistema elétrico. A inclusão de uma variável de folga relacionada à capacidade da linha de transmissão é destacada como uma contribuição significativa para o campo;
- Pires *et al.* (2021): Propõem uma revisão do estado da arte sobre estudos de viabilidade econômica em geração de energia eólica *offshore*, contribuindo para resumir as principais

ferramentas e critérios usados na análise de viabilidade econômica e identificar tendências emergentes na área;

- Vasconcelos *et al.* (2022): Enfatizam a importância da energia renovável, especialmente a energia eólica *offshore*, para alcançar metas climáticas globais, propondo diretrizes para acelerar seu desenvolvimento em novos mercados e recomendando pesquisas sobre impactos adversos e mitigação ambiental.

## 5. Considerações finais, conclusões e recomendações

Com base nos resultados obtidos da RBS sobre energia eólica *offshore* no Brasil, é possível concluir que a análise detalhada do processo de coleta da amostra, filtragem do material e avaliação do conteúdo revelou informações essenciais sobre o estado atual da pesquisa nessa área. A utilização de palavras-chave específicas e a aplicação de filtros criteriosos resultaram em uma amostra final de 26 trabalhos.

Observou-se que, apesar de um decréscimo nas publicações durante o período de 2020 a 2023, possivelmente relacionado à pandemia, houve uma retomada no número de publicações em anos subsequentes. Os periódicos mais relevantes para essa área foram identificados como *Energies*, *Energy* e *International Journal of Hydrogen Energy*, destacando-se pela quantidade de artigos encontrados.

Além disso, a análise do *Cited-by* evidenciou o impacto significativo de trabalhos publicados em 2020, seguidos pelos de 2022, indicando a relevância dessas contribuições na literatura científica. Os temas mais citados abordaram questões como viabilidade econômica, impactos ambientais e desenvolvimento de metodologias para a exploração da energia eólica *offshore*.

Ao examinar a distribuição geográfica dos autores e suas afiliações, observou-se uma colaboração internacional significativa, com países como Estados Unidos, Reino Unido e Noruega contribuindo para os estudos brasileiros. No âmbito nacional, destacaram-se os estados do Rio Grande do Norte, São Paulo e Minas Gerais como os principais centros de pesquisa e contribuição para o campo da energia eólica *offshore*.

Por fim, perspectivas apresentadas pelos autores potiguares ressaltam a importância de aspectos como políticas regulatórias, inovação tecnológica e viabilidade econômica para o desenvolvimento sustentável desse setor no Brasil. Esses resultados fornecem uma base para futuras pesquisas e contribuem para a compreensão abrangente do panorama atual e das direções futuras da energia eólica *offshore* no país.

Finalmente, acredita-se que essa pesquisa contribui para o setor de energia eólica do Rio Grande do Norte e para a academia, fornecendo uma visão abrangente do estado atual da pesquisa em energia eólica *offshore*.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, J. **Por que o Rio Grande do Norte é o maior potencial de energia renovável do Brasil:** a grande força para impulsionar essa indústria está no *offshore*: na energia solar fotovoltaica e na que está prevista em futuros parques eólicos no mar. 2022. Agência de Notícias da Indústria. Disponível em:

<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/sustentabilidade/por-que-o-rio-grande-do-norte-e-o-maior-potencial-de-energia-renovavel-do-brasil/>. Acesso em: 17 maio 2024.

AZEVEDO, S. S. P.; PEREIRA JUNIOR, A. O. P.; SILVA, N. F.; ARAÚJO, R. S. B.; CARLOS JÚNIOR, A. A. C. Assessment of *Offshore* Wind Power Potential along the Brazilian Coast. **Energies**, [S.L.], v. 13, n. 10, p. 2557, MDPI AG. 18 maio 2020.

BRAZIL ENERGY INSIGHT. **Brazil Installs Largest *Offshore* Wind Resource Measurement Network in Equatorial Margin Region.** 2024. Disponível em: <https://brazilenergyinsight.com/2024/04/08/brazil-installs-largest-offshore-wind-resource-measurement-network-in-equatorial-margin-region/>. Acesso em: 17 maio 2024.

BRAZIL ENERGY INSIGHT. **Rio Grande do Norte signs agreement and will be the first Brazilian state to produce offshore wind energy.** 2021. Disponível em: <https://brazilenergyinsight.com/2021/09/15/rio-grande-do-norte-signs-agreement-and-will-be-the-first-brazilian-state-to-produce-offshore-wind-energy/>. Acesso em: 17 maio 2024.

CANUTO, L. T.; OLIVEIRA, A. A. S. MÉTODOS DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA NOS ESTUDOS CIENTÍFICOS. **Psicologia em Revista**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 83-102, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 13 abr. 2020.

DIAS, V. L. S. **Oportunidades e desafios da cadeia de suprimentos da eólica *offshore* no Brasil.** 2023. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

FERREIRA, E. M. S. **Energia eólica *offshore*: tratamento de dados e avaliação de aproveitamento em áreas de grande potencial no Brasil.** 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

FLEURY, T. L.; WERLANG, S. R. C. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. **GV Pesquisa – Anuário de Pesquisa 2016-2017**, São Paulo, n. 5, p. 10-15, 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de pesquisa**; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

Global Wind Energy Council (GWEC) (2023). **Global Wind report 2023**. 120p. Disponível em: [https://gwec.net/wp-content/uploads/2023/04/GWEC-2023\\_interactive.pdf](https://gwec.net/wp-content/uploads/2023/04/GWEC-2023_interactive.pdf). Acesso em: 9 maio. 2024.

GOMES, M. S. S.; PAIVA, J. M. F.; MORIS, V. A. S.; NUNES, A. O. Proposal of a methodology to use *offshore* wind energy on the southeast coast of Brazil. **Energy**, [S.L.], v. 185, p. 327-336, Elsevier BV. out. 2019.

GONZÁLEZ, M. O. A.; SANTISO, A. M.; MELO, D. C.; VASCONCELOS, R. M. Regulation for *offshore* wind power development in Brazil. **Energy Policy**, [S.L.], v. 145, p. 111756, Elsevier BV. out. 2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIU, Z.; ZHOU, Q.; TU, Y.; WANG, W.; HUA, X. Proposal of a Novel Semi-Submersible Floating Wind Turbine Platform Composed of Inclined Columns and Multi-Segmented Mooring Lines. **Energies**, [S.L.], v. 12, n. 9, p. 1809, 12 maio 2019. MDPI AG.

PIRES, A. L. G.; ROTELLA JUNIOR, P.; MORIOKA, S. N.; ROCHA, L. C. S.; BOLIS, I. Main Trends and Criteria Adopted in Economic Feasibility Studies of *Offshore* Wind Energy: a systematic literature review. **Energies**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 12, MDPI AG. 21 dez. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SIEBELS, C. Perspektiven für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung on- und *offshore*. **Chemie Ingenieur Technik**, [S.L.], v. 93, n. 4, p. 686-692, Wiley. 25 jan. 2021.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. **A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos**. Cadernos da Fucamp, Minas Gerais, v. 20, ed. 43, p. 64-83, 2021. Disponível em: [file:///home/chronos/u-1fd8dc50f1a78fb30d9ff189b0cc59b9dd3a01c2/MyFiles/Downloads/23\\_36-8432-1-PB.pdf](file:///home/chronos/u-1fd8dc50f1a78fb30d9ff189b0cc59b9dd3a01c2/MyFiles/Downloads/23_36-8432-1-PB.pdf). Acesso em: 10 mai. 2024.

TAVARES, L. A. MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA E AS TENDÊNCIAS FUTURAS. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. e453135, 2023. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3135>. Acesso em: 9 maio. 2024.

TUCHTENHAGEN, P.; CARVALHO, G. G.; MARTINS, G.; SILVA, P. E.; OLIVEIRA, C. P.; ANDRADE, L. M. B.; ARAÚJO, J. M.; MUTTI, P. R.; LUCIO, P. S.; SILVA, C. M. S. WRF model assessment for wind intensity and power density simulation in the southern coast of Brazil. **Energy**, [S.L.], v. 190, p. 116341, Elsevier BV. jan. 2020.

VASCONCELOS, L. A.; PASSOS FILHO, J. A.; OLIVEIRA, L. W. Optimal *offshore* wind farms connection considering the wind capacity maximisation – a Benders decomposition approach. **Iet Renewable Power Generation**, [S.L.], v. 14, n. 10, p. 1772-1781, Institution of Engineering and Technology (IET). 9 jun. 2020.

VASCONCELOS, R. M.; SILVA, L. L. C.; GONZÁLEZ, M. O. A.; SANTISO, A. M.; MELO, D. C. Environmental licensing for *offshore* wind farms: guidelines and policy implications for new markets. **Energy Policy**, [S.L.], v. 171, p. 113248, Elsevier BV. dez. 2022.

## APÊNDICE A – NUMERAÇÃO DOS TÍTULOS DOS ARTIGOS

Nº	TÍTULO DO ARTIGO
1	<i>Analysis of Double-Star Modular Multilevel Topologies Applied in HVDC System for Grid Connection of Offshore Wind Power Plants</i>
2	<i>A Technical Assessment of Offshore Wind Energy in Mexico: A Case Study in Tehuantepec Gulf</i>
3	<i>Wake effect measurement in complex terrain - A case study in Brazilian wind farms</i>
4	<i>Enhancing drought resilience and energy security through complementing hydro by offshore wind power-The case of Brazil</i>
5	<i>Hydrogen storage in depleted offshore gas fields in Brazil: Potential and implications for energy security</i>
6	<i>Assessment of Offshore Wind Power Potential along the Brazilian Coast</i>
7	<i>A geospatial method for estimating the levelised cost of hydrogen production from offshore wind</i>
8	<i>Wind and Solar Energy Generation Potential Features in the Extreme Northern Amazon Using Reanalysis Data</i>
9	<i>Economic analysis for implantation of an offshore wind farm in the Brazilian coast</i>
10	<i>Proposal of a methodology to use offshore wind energy on the southeast coast of Brazil</i>
11	<i>Regulation for offshore wind power development in Brazil</i>
12	<i>Layout optimization of the Pipe plus Shiptransmission network for the decentralized offshore wind power-hydrogen production</i>
13	<i>Possible pathways for oil and gas companies in a sustainable future: From the perspective of a hydrogen economy</i>
14	<i>Estimating the offshore wind resources of the State of Ceará in Brazil</i>
15	<i>Offshore Wind Power Potential in Brazil: Complementarity and Synergies</i>
16	<i>Control of an Offshore Wind Farm Considering Grid-Connected and Stand-Alone Operation of a High-Voltage Direct Current Transmission System Based on Multilevel Modular Converters</i>
17	<i>Operation and Power Flow Control of Multi-Terminal DC Networks for Grid Integration of Offshore Wind Farms Using Genetic Algorithms</i>
18	<i>Main Trends and Criteria Adopted in Economic Feasibility Studies of Offshore Wind Energy: A Systematic Literature Review</i>
19	<i>Scaling behavior of wind speed in the coast of Brazil and the South Atlantic Ocean: The crossover phenomenon</i>
20	<i>Current status and future trends of offshore wind power in Europe</i>
21	<i>Novel Control Approach for a Hybrid Grid-Forming HVDC Offshore Transmission System</i>
22	<i>WRF model assessment for wind intensity and power density simulation in the southern coast of Brazil</i>
23	<i>Environmental licensing for offshore wind farms: Guidelines and policy implications for new markets</i>
24	<i>Optimal offshore wind farms connection considering the wind capacity maximisation - a Benders decomposition approach</i>
25	<i>Brazil's offshore wind cost potential and supply curve</i>
26	<i>Brazil's offshore wind energy potential assessment based on a Spatial Multi-Criteria Decision Analysis</i>

Fonte: dados da pesquisa (2024)