

PERSPECTIVAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE E SUA POTENCIAL CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO NORTE – UMA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA ACADÊMICA.

WANDERSON ALVES de ARAUJO / Renato S.B. de ARAÚJO (orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
wanderson.araujo@escolar.ifrn.edu.br renato.araujo@ifrn.edu.br*

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão da produção bibliográfica que articula as temáticas políticas públicas, os temas na literatura nacional, valendo-se dos mecanismos de busca em bases de dados científicas como Google Acadêmico e Periódicos Capes, tomando como temáticas centrais a energia eólica offshore, a produção de hidrogênio verde e as políticas públicas da união ou estados da federação, dois a dois, e os três de forma aglutinada por operadores booleanos, em publicações no Brasil, com foco no nordeste do país. Os resultados apontam para uma reduzida produção bibliográfica que integram os temas dois a dois e nula quando se busca a interseção das três temáticas, quando se toma por referência os títulos ou os resumos das publicações científicas nas bases consultadas.

PALAVRAS CHAVE: Energia eólica offshore; Hidrogênio verde (H2V); Políticas públicas.

PERSPECTIVES OF OFFSHORE WIND ENERGY PRODUCTION AND ITS POTENTIAL CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF RIO GRANDE DO NORTE – AN ACADEMIC BIBLIOGRAPHIC RESEARCH

ABSTRACT

This paper presents a review of the bibliographic production that articulates public policy themes, the themes in the national literature, using search engines in scientific databases such as Google Scholar and Capes Periodicals, taking as central themes offshore wind energy, green hydrogen production and public policies of the union or states of the federation, two by two, and the three in an agglutinated form by Boolean operators, in publications in Brazil, with a focus on the northeast of the country. The results point to a reduced bibliographic production that integrates the themes two by two and no bibliographic production when seeking the intersection of the three themes, when taking as reference the titles or abstracts of the scientific publications in the consulted databases.

KEYWORDS: Offshore wind energy; Green hydrogen (H2V); Public policy.

OBJETIVO GERAL:

Mapear as publicações que conectem as temáticas políticas públicas, empreendimentos em parques eólicos offshore e perspectivas de produção de hidrogênio verde na região do Brasil.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Fazer um levantamento da bibliografia acadêmica nacional relacionada aos temas energia eólica offshore, hidrogênio verde e políticas públicas;
- Identificar publicações que apontem para possíveis impactos econômicos, sociais, tecnológicos e ambientais que poderão redundar das regulamentações e políticas públicas em função da inserção dos parques eólicos offshore no Rio Grande do Norte, em especial nos municípios fronteiriços a costa norte do Estado.

1. Introdução

Após a crise do petróleo da década de 1970 e a assinatura do Tratado de Kyoto, criado em 1997, e aderido por grande parte dos países do mundo, a energia eólica vem se destacando como uma alternativa sustentável para a produção de energia elétrica (SILVA, 2023).

A energia eólica offshore vem se destacando como uma alternativa confiável para a transformação energética mundial e descarbonização da indústria. Em 2023, foram colocados em operação 25 novos parques eólicos offshore com uma capacidade total de 9,8 gigawatts (GW), aumentando a capacidade eólica offshore global para um total de 67,4 GW¹. (GROUP, 2024)

Já o Brasil, que possui grande parte da sua matriz energética oriunda de hidroelétricas, observa na energia eólica offshore uma oportunidade para se fazer uma transição energética a longo prazo e reduzir os problemas sazonais, como os da seca que prejudica parte do abastecimento, a curto prazo.

Para contribuir com a ciência, este estudo busca mapear de forma sistemática as publicações que conectem as temáticas políticas públicas, empreendimentos em parques eólicos offshore e perspectivas de produção de hidrogênio verde na região no Brasil.

Uma técnica conhecida como Bibliometria foi utilizada para recuperar as publicações mais relevante entre os anos de 2020 a 2024, fazendo uso de softwares, banco de dados, revistas científicas, entre outras publicações na internet, livros e relatórios, mostrando dificuldade de se encontrar estes trabalhos dentro da literatura nacional.

2. Referencial Teórico

2.1 Energia eólica offshore no Brasil: Um breve histórico.

A energia eólica offshore apesar de ser uma realidade na Europa e em parte do leste asiático, o Brasil ainda não conta com nenhum parque em funcionamento. O relatório publicado por Group (2024) aponta o Brasil como um dos países com melhores recursos eólicos offshore do mundo com um potencial técnico de 1.200 gigawatts (GW).

O relatório de Group (2024) mostra ainda que, mesmo os custos de produção dessa matriz energética serem relativamente elevados (chegando a 3/4 do custo total de produção), tal produção se justifica, não só pelos recursos naturais disponíveis, mas também pela sazonalidade existente na produção das hidroelétricas que sofrem anualmente com possíveis secas, causando problemas de desabastecimentos. A energia eólica offshore ajudaria a diminuir tais impactos sazonais, além de ajudar a descarbonizar a indústria, em especial a produção do H2V. (GROUP, 2024)

Apesar da dificuldade para a implantação de parques offshore no Brasil, os benefícios trazidos pela cadeia de valor offshore vão desde a geração de empregos sustentáveis, diretos e indiretos, além de otimizar os benefícios socioambientais referentes a contribuição dada a transição energética e descarbonização da indústria. (TOLMASQUIM, 2022)

Atualmente o Brasil possui 78 projetos eólicos offshore em desenvolvimento, sendo 10 deles no Rio Grande do Norte, totalizando 9% dos investimentos e com a capacidade de produzir 17,8 GW (EPBR, 2023).

2.2 H2V e Subprodutos a Partir da Conversão da Energia Eólica Offshore no estado do Rio Grande do Norte.

O estado potiguar, referência nacional na produção de energia eólica, possui grande potencial para geração eólica offshore. Com as ações que vem sendo desenvolvidas na parte regulatória, na dimensão econômica e na dimensão social, será possível dar sustentabilidade a este novo setor produtivo, ampliando a oferta de emprego e renda, aumentando o desenvolvimento regional. (SANTOS et al., 2023)

Para os especialistas Santos (2023), a criação de uma poupança pública a partir dos resultados econômicos obtidos pelo processo produtivo servirá como base de fomento para gerar ações que fortaleçam a identidade local.

De acordo com pesquisadores o Hidrogênio Verde (H2V) tem um impacto ambiental bem menor que todos os outros combustíveis consumidos atualmente por automóveis, aviões, embarcações e indústrias, além de ser utilizado em diversas aplicações como a fabricação de fertilizantes, produtos químicos e refino. (MARSAL, 2022)

No entanto, para se produzir 1kg de hidrogênio verde se consome, em média, cerca de 52,5 kWh de energia e este mesmo 1kg de combustível gera apenas 39,4 kWh de energia, ou seja, há uma perda energética de 20% a 30% o que pode representar um enorme desafio para a indústria. (GÁS, 2024)

Segundo Chiappini (2023) o Estado do Rio Grande do Norte vem fechando parcerias importantes para sair na vanguarda da produção de H2V a partir da conversão da energia eólica offshore. O estado, que é líder brasileiro na produção de energia eólica com 6,6

gibawatts de capacidade instalada em terra, tem o potencial de produzir 140 GW offshore. (CHIPPINI, 2023)

2.3 Marco Regulatório.

No tocante a regulamentação existente, Santos (2022) sugere que para ser inserido na matriz energética brasileira de forma competitiva, o hidrogênio verde precisa de um arcabouço regulatório em toda a sua cadeia produtiva.

Desta forma, analisa o professor, que a regulamentação almeja o equilíbrio entre os interesses internos de um setor a um sistema econômico (um setor ou atividade econômica). (SANTOS, 2022)

Tolmasquim (2022) acrescenta que o caminho escolhido para a criação de um marco regulatório para o setor no Brasil foi a criação do Decreto nº 10.946/2022 que, apesar de ser menos seguro que um Projeto de Lei, atente bem as necessidades para a efetivação dos investimentos neste novo setor no país.

Enquanto o executivo do governo do RN vem desenvolvendo parcerias que viabilizam diversos projetos, dentre eles o de produção de hidrogênio verde (H2V) e amônia verde a partir da energia eólica offshore, os deputados trabalham no marco regulatório como um projeto de lei na Câmara dos Deputados que cria regras para contratação de áreas offshore para geração de energia, o PL 3655/21. (CHIPPINI, 2023)

3. Metodologia

O presente Estudo se caracteriza como um Artigo de Revisão Bibliográfica e Documental, com o cunho Qualiquantitativo. Para isso, foi feita uma revisão narrativa da literatura, extraída da análise de diferentes tipos de documentos (artigos, periódicos, livros, monografias, base de dados como o Google Acadêmicos, Periódicos Caps, entre outros) com a finalidade de produzir novo conhecimento, além contribuir com a ciência já testada sobre a Produção de Energia Eólica OffShore no Brasil em especial no Rio Grande do Norte.

A importância desse método para a temática está na capacidade d'ele trazer uma rápida atualização sobre os estudos existentes, permitindo ampla descrição sobre o assunto sem esgotar as fontes de informações.

Uma técnica conhecida como Bibliometria foi aplicada, onde diversas pesquisas foram feitas separadamente. Palavras chave como “energia eólica offshore”, “hidrogênio verde (H2V)” e “políticas públicas” foram pesquisadas, primeiro, na plataforma do Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>) de forma individual e combinadas, utilizando os operadores booleanos (and) e (“ ”) para obter os artigos que foram utilizados como base de dados para esta pesquisa.

Um filtro foi utilizado para separar artigos científicos em literatura nacional, entre os anos de 2020 e 2024, onde os arquivos foram selecionados por títulos e maior relevância científica.

Na primeira pesquisa, no Google Acadêmico, encontrou-se um total de 43 arquivos, 8 deles com relevância para o estudo. Em seguida fez-se o mesmo procedimento, utilizando a plataforma Periódico CAPES (<https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?>), onde, neste segundo recorte, foram recuperados 45

arquivos, dos quais 14 tiveram relevância, servindo como arcabouço científico para este trabalho.

Após coletar os dados das pesquisas, o software Word Clouds Generator foi utilizado para criar duas Nuvens de Palavras a partir dos dados coletados dos títulos dos artigos selecionados, apresentando as palavras com maior relevância nesta pesquisa, que estão mostradas nos resultados deste artigo.

Por fim, uma terceira busca foi realizada com a combinação das palavras chave “eólica offshore” e “hidrogênio verde” com “melhorias sociais”, “benefícios sociais” e “impactos sociais” recuperando mais 2 arquivos.

A pesquisa procurou observar quais impactos podem ser gerados pelo Marco Regulatório, através de análise de documentos existentes, atualizados, que discorrem sobre a problemática, bem como as Políticas Públicas que podem surgir a partir da regulamentação.

O trabalho utilizou-se, também, de dados do Governo do Estado do Rio Grande do Norte, Ministério das Minas e Energia, Aneel, bem como de organizações como a ABEEÓLICA, com a finalidade de compreender os possíveis avanços do setor e quais as perspectivas para os próximos anos.

4. Análise dos resultados

Analizando, selecionando e utilizando os dados extraídos da Bibliometria aplicada a plataforma Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>), montou-se quatro tabelas com os trabalhos que possuíam maior relevância para este estudo. Os títulos foram selecionados de acordo com as palavras-chave pesquisadas de forma individual e combinadas.

Tabela 01: Resultado da busca com a palavra-chave: "Energia eólica offshore".

NÚMERO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO / TIPO DE TRABALHO / EVENTO
1	Principais tendências e indicadores nos estudos de viabilidade econômica da energia eólica offshore: Uma revisão sistemática da literatura	XLII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO "Contribuição da Engenharia de Produção para a Transformação Digital da Indústria Brasileira" Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2022.
2	O uso de aerogeradores offshore no contexto brasileiro: uma revisão bibliográfica	I Simpósio Gaúcho de Engenharia Aeroespacial e Mecânica (SEAM2022) [36]
3	Revisão bibliográfica sobre os benefícios da implantação de um parque eólico offshore no Brasil	V. 8 N. 7 (2022): REVISTA IBERO- AMERICANA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO

Tabela 02: Resultado da busca com a palavra-chave "Hidrogênio Verde".

Número	TÍTULO	Instituição / Tipo de Trabalho / Evento
1	Hidrogênio Verde: uma revisão de processos de produção do hidrogênio oriundos de fontes renováveis de energia	v. 12 n. 2 (2022): Natural Resources: Jun, Jul, Ago, Set, Out, Nov 2022
2	Hidrogênio verde e suas perspectivas atuais e futuras como fonte de energia: uma revisão bibliográfica	https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75302

Número	TÍTULO	Instituição / Tipo de Trabalho / Evento
1	O papel do Investimento Direto Estrangeiro para o desenvolvimento da Capacidade Inovadora na Indústria de Energia Eólica Offshore Brasileira	Revista InternexT - v. 18 n. 1 (2023): Janeiro - Abril
2	Possibilidades e desafios para inserção da geração eólica offshore no Brasil	SBPE - Sociedade Brasileira de Planejamento Energético
3	Análise multicritério de parques eólicos onshore e offshore no Ceará: em foco as comunidades tradicionais litorâneas	Revista Mutirão. Folhetim de Geografias Agrárias do Sul
4	Principais tendências e indicadores nos estudos de viabilidade econômica da energia eólica offshore: Uma revisão sistemática da literatura	Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Enegep
5	Avaliação de oportunidades e tecnologias de energia eólica offshore no Brasil	Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Enegep
6	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO OFFSHORE NO BRASIL	V. 8 N. 7 (2022): REVISTA IBERO-AMERICANA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
7	Parques eólicos marítimos (offshore) como fronteira energética? Impactos e sinergias com os aspectos socioambientais e a atividade pesqueira no Nordeste do Brasil	SBPE - Sociedade Brasileira de Planejamento Energético - v 29, n 3, 2023

Tabela 06: Resultado da busca com a palavra-chave "hidrogênio verde"

Número	TÍTULO	Instituição / Tipo de Trabalho / Evento
1	Hidrogênio verde: a fonte de energia do futuro	Novos Cadernos NAEA - Capa » v. 26, n. 1 (2023) » Lara
2	Avanços e limitações da produção, armazenamento e transporte de hidrogênio verde	Latin American Journal of Energy Research - v. 10 n. 2 (2023)
3	Urgência pela descarbonização climática das economias globais e o papel do hidrogênio verde brasileiro	Íandé - v. 7 n. 1 (2023)
4	O hidrogênio verde pode ser uma oportunidade para consolidar o Brasil como protagonista mundial na descarbonização do setor energético	Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia - v. 11 n. 4 (2023)
5	Hidrogênio verde e usos múltiplos dos recursos hídricos: análise crítica de (integração de e entre) políticas públicas e legislação ambiental	Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável - v. 2 n. 7 (2023)

Tabela 07: Resultado da busca com a palavra-chave: "Energia eólica offshore" and "Políticas públicas"

sociais, tecnológicos e ambientais que poderão redundar das regulamentações e políticas públicas em função da inserção dos parques eólicos offshore no Rio Grande do Norte, em especial nos municípios fronteiriços a costa norte do Estado) que se têm, em produção nacional, uma reduzida produção científica com os temas abordados.

5. Considerações Finais e Sugestões de Pesquisas

Este artigo evidenciou que é possível encontrar trabalhos científicos pesquisando os temas “energia eólica offshore” combinados com “políticas públicas” ou “hidrogênio verde” dentro na literatura nacional, através das plataformas Google acadêmico e Periódico CAPES, porém nenhum artigo foi encontrado quando se pesquisa pela combinação das três palavras-chave juntas. Não foram evidenciados nos resultados encontrados publicações focadas no Rio Grande do Norte nas combinações dois a dois dos temas.

A partir dos resultados encontrados observou-se que não foi possível identificar publicações científicas acadêmicas disponíveis nas bases consultadas que apontem para possíveis impactos econômicos, sociais, tecnológicos e ambientais que poderão redundar em regulamentações e políticas públicas em função da inserção dos parques eólicos offshore e produção de hidrogênio verde no Rio Grande do Norte, em especial nos municípios fronteiriços a costa norte do Estado, provavelmente em função destas frentes estarem em uma região de fronteira inovativa, com poucas instalações e em fase inicial na região nordeste do Brasil.

No entanto, constatou-se em outras bases de pesquisa, dois artigos científicos, um relatório técnico não acadêmico e alguns artigos de jornais e revistas eletrônicas que contribuíram para a elaboração deste documento.

O World Bank Group publicou em julho de 2024 um relatório apresentando 03 possíveis cenários de desenvolvimento da energia eólica no Brasil, do menos provável ao mais provável, agregando investimentos nacionais e internacionais, além de PPPs para desenvolvimentos de infraestrutura e arcabouço regulatório para o desenvolvimento sustentável dentre outras particularidades (WORLD GROUP, 2024).

As pesquisas de Tolmasquim (2022) e Santos (2023) finalizaram este estudo, evidenciando mais uma vez a limitada produção nacional que envolva os temas abordados.

Nestas últimas publicações consultadas as três palavras-chave, objeto desta pesquisa, podem ser encontradas no mesmo trabalho, apresentando um estudo das três temáticas abordadas nos objetivos de pesquisa.

Como sugestão para novas pesquisas, encoraja-se novos estudos ampliando o escopo para alcançar publicações internacionais, nos idiomas inglês e espanhol, além de outras bases de dados.

Também se sugere que explorar as oportunidades de pesquisas a respeito de novas tecnologias associadas a produção de insumos sustentáveis para cadeias produtivas intensivas em energia, tendo como base: as fontes renováveis, a transição energética justa e a

descarbonização da economia, associadas ao desenvolvimento sustentável do nordeste do Brasil.

6. Referências

CHIAPPINI, Gabriel. Vestas assina acordo com Rio Grande do Norte para eólicas offshore e hidrogênio verde.

Disponível em: <https://epbr.com.br/vestas-assina-acordo-com-rio-grande-do-norte-para-eolicas-offshore-e-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 22 dez. 2023.

EPE. Matriz energética e elétrica. Brasília, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 20 jan. 2023.

(EPBR, 2023) <https://epbr.com.br/mapa-da-energia-eolica-offshore-no-brasil/>

GÁS, Valdemar Medeiros - Cpg - Click Petróleo e. Empresa cria eletrolisador capaz de tornar a produção de hidrogênio verde mais acessível. Disponível em: https://clickpetroleoegas.com.br/empresa-cria-eletrolisador-capaz-de-tornar-a-producao-de-hidrogenio-verde-mais-acessivel/#google_vignette. Acesso em: 06 jun. 2024.

MARSAL, Alvarez &. Eólicas Offshore e Hidrogênio Verde. São Paulo: Abeeólica, 2022.

SANTOS, Nayane Cristina da Silva *et al.* PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE: UMA PERSPECTIVA PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO NORTE. In: SIMPEP 30 ANOS, 30., 2023, Bauru Sp. Transformação Digital e Gestão de Operações. Bauru Sp: Simpep, 2023. v. 30, p. 1-17.

SANTOS, Maria Pacheco da Costa Vieira dos. MARIA PACHECO DA COSTA VIEIRA DOS SANTOS. 2022. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Direito, Universidade Federal do Rio de Janeiro Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas Faculdade de Direito, Rio de Janeiro, 2022.

Secretaria do Desenvolvimento Econômico, da Ciência, da Tecnologia e da Inovação do RN. Energias Renováveis (13/07/2023) (BRASIL, RIO GRANDE DO NORTE, 2023), disponível em: <http://www.sedec.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=15443&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Energia#:~:text=Em%20pot%C3%Aancia%20instalada%2C%20a%20matriz,de%202.800%20m%C3%A1quinas%20em%20atividade>.

TOLMASQUIM, Maurício. Estudo Cadeia de Valor: Energia Eólica Offshore. Rio de Janeiro: Abeeólica, 2022. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/01/Sumario-Executivo.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2022.

WORD Bank Group. Cenários para o Desenvolvimento de Eólica Offshore no Brasil: offshore wind development program. International Bank for Reconstruction and Development, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433. Hue Communications Llc, julho/2024.