UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE ARTIGOS CIENTÍFICOS NA ÁREA DE EÓLICA, WEIBULL, HIDROGÊNIO E O SOFTWARE HOMER BASEADA NA SCOPUS

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF PAPER IN THE AREA OF WIND, WEIBULL, HYDROGEN AND HOMER SOFTWARE BASED ON SCOPUS

Carla Freitas de Andrade
Universidade Federal do Ceará, UFCE
Fortaleza, CE, Brasil
carla@ufc.com

Mona Lisa M. de Oliveira
Universidade Estadual do Ceará, UECE
Fortaleza, CE, Brasil
Mona.lisa@uece.br

Franciso Olímpio M. Carneiro
Universidade UNILAB
Fortaleza, CE, Brasil
olimpiomcarneiro@gmail.com

André Valente Bueno
Universidade Federal do Ceará, UFCE
Fortaleza, CE, Brasil
bueno@ufc.br

Fernanda Leite Lobo
Universidade Federal do Ceará, UFCE
Fortaleza, CE, Brasil
fernandalobo@ufc.br

Resumo. O hidrogênio verde tem se tornado o centro das atenções no cenário mundial, com sua eficiência elevada e versatilidade de produção, onde cada vez mais estudos são produzidos relacionados a este tema. Uma das fontes renováveis responsáveis pela produção do hidrogênio verde é a energia eólica. E o vento é o fator determinante para a produção dessa energia e pela sua viabilidade, pois a potência gerada por uma turbina varia com o cubo da velocidade do vento, e uma das distribuições estatísticas utilizadas para analisar o comportamento do vento em uma região é a distribuição de Weibull. Além disso, existe o software que realiza o estudo da viabilidade de implementação de um parque eólico e da produção do hidrogênio, denominado Homer Pro. Sendo assim, esse trabalho visa analisar artigos relacionados com a energia eólica, o hidrogênio, o software Homer Pro, e a distribuição de Weibull para entender como está o desenvolvimento de pesquisa nessa área tão promissora. Para isso, realizou-se uma busca na base Scopus, considerando algumas palavras-chave e depois fez-se se análise desse conjunto de dados encontrados através da ferramenta Bibliometrix. O objetivo do presente trabalho trata de identificar a evolução do tema e mostrar a posição do Brasil.
Palavras-chave: Hidrogênio verde; Bibliometrix; energia eólica; Weibull; HomerPro

Abstract. Green hydrogen has become the center of attention on the world stage, with its high efficiency and production versatility, where more and more studies are produced related to this topic. One of the renewable sources responsible to produce green hydrogen is wind energy. And the wind is the determining factor to produce this energy and for its viability, as the power generated by a turbine varies with the cube of the wind speed, and one of the statistical distributions used to analyze the behavior of the wind in a region is the Weibull distribution. Furthermore, there is software that carries out the study of the feasibility of implementing a wind farm and hydrogen production, called Homer Pro. Therefore, this work aims to analyze articles related to wind energy, hydrogen, the Homer Pro software, and the Weibull distribution to understand how research is developing in this promising area. To do this, a search was carried out in the Scopus database, considering some keywords and then an analysis of this set of data found using the Bibliometrix tool was carried out. The objective of this work is to identify the evolution of the topic and show Brazil's position.
Keywords: Green hydrogen; Bibliometrix; wind energy; Weibull; HomerPro

INTRODUÇÃO

A produção do hidrogênio através da decomposição da água é uma das formas mais limpas de produção do hidrogênio verde, quando a eletricidade necessária advém de uma fonte renovável de energia, como a eólica, cuja viabilidade está relacionada com o comportamento do vento da região.

Sabe-se que, a potência a ser gerada por uma turbina eólica varia com o cubo da velocidade do vento, portanto uma previsão errada dessa velocidade de vento pode inviabilizar o projeto ou causar prejuízos enormes. Desta forma, uma das maneiras de analisar o comportamento da velocidade do vento de uma região é através do estudo da distribuição da *Weibull* que, na maioria dos casos, representa bem o histograma de velocidade do vento de uma região.

Convém destacar que, uma análise do comportamento do vento de uma região impacta diretamente em qualquer análise econômica e financeira de um empreendimento relacionado com energia eólica e, consequentemente, com o potencial de produção de hidrogênio verde.

Neste sentido, o *software* Homer Pro, além de outras funções, consegue analisar a viabilidade econômica de um sistema renovável e mostra o perfil de velocidade de vento de uma determinada região pré-selecionada.

Sendo assim, esse estudo bibliométrico, utilizando a base de dados *Scopus* e a ferramenta do *Bibliometrix*, visa analisar artigos científicos relacionados aos temas de energia eólica, hidrogênio, Weibull e *software* Homer Pro para entender como está o desenvolvido de trabalhos nessa área, que instituições tem mais trabalhos sendo desenvolvidos, que países estão mais a frente, para tentar encontrar as lacunas existentes.

É importante ressaltar que a análise bibliométrica permite identificar tendências, padrões e lacunas na produção científica sobre o assunto, além de fornecer informações relevantes para investimentos em pesquisa e desenvolvimento nessa área. Alguns artigos, tais como (Donthu et al., 2021) e (Aria & Cuccurullo, 2017), foram utilizados para embasar a metodologia bibliométrica, observando as diferentes técnicas e orientações para realizar uma análise bibliométrica confiável. Por meio da análise dos dados, é possível compreender melhor a evolução da produção científica sobre o tema abordado, identificando as principais instituições e grupos envolvidos, entre outras informações relevantes. A partir desses resultados, espera-se contribuir para o avanço do conhecimento científico sobre o tema e para o desenvolvimento de tecnologias na área de hidrogênio verde, gerado pela energia eólica, contribuindo para a descarbonização da matriz energética do País.

MATERIAL E MÉTODOS

A extração de dados científicos para esse estudo foi realizada usando o banco de dados Scopus em setembro de 2023. *Scopus* é uma ferramenta aceita para extração de dados e pesquisa científica e que foi utilizada como referência, por conter grande número de artigos. A literatura foi consultada e mapeada, considerando todos os anos possíveis, usando as opções de pesquisa avançada "título, resumo e palavras-chave". A bibliometria ajuda a entender as tradições de pesquisa, empregando citações, refinamentos e a mapear *clusters*, indicando as redes de pesquisas. Para compilar os dados e fazer uma análise das informações, foi utilizada a ferramenta do Bibliometrix (https://www.bibliometrix.org/), um *software* livre escrito em linguagem R (Aria & Cuccurullo, 2017).

O presente trabalho foi dividido em 3 etapas, onde foram realizadas 3 buscas na base Scopus. Inicialmente, o tipo de busca aplicado foi "pesquisa avançada", e utilizou-se os termos (("*wind energy*" OR "*wind power*" OR "*wind speed*" OR "*wind*") AND "*hydrogen*" AND "*homer*") juntos, encontrando 101 documentos, posteriormente ao se ter aplicado um refinamento, filtrando os documentos para "artigo e revisão", Língua Inglesa, estágio de publicação final, tipo de fonte Jornal.

Posteriormente, utilizou-se as palavras (("*wind energy*" OR "*wind power*" OR "*wind speed*" OR "*wind*") AND "*hydrogen*" AND "*Weibull*"), onde obteu-se 29 documentos considerando o meso sistema de filtros, e por fim, considerou-se os termos (("*wind energy*" OR "*wind power*" OR "*wind speed*" OR "*wind*") AND "*hydrogen*" AND "*homer*" AND "*Weibull*"), encontrando apenas 3 documentos.

Esta consulta de pesquisa foi usada para obter detalhes confiáveis e precisos com base em palavras selecionadas incluídas no título, resumo, palavras-chave do autor e não nas palavras-chave. A busca sistemática foi realizada durante todo o período, sem restrição de tempo de publicação, com base na base de dados *Scopus*, durante a primeira semana de setembro de 2023, procurando por manuscritos publicados em periódicos indexados para melhor entender o estado atual da pesquisa científica em relação ao tema proposto. A primeira semana de setembro foi registrada como a data da pesquisa porque o número de artigos pode mudar ao longo do tempo à medida que artigos adicionais são publicados. Os dados foram obtidos no formato *.CSV*, e analisados em software bibliométrico. O pacote "*Bibliometrix*" (linguagem R) foi usado para obter gráficos, tabelas e diagramas.

O principal objetivo deste estudo é fornecer uma visão sistêmica sobre trabalhos que abordem a energia eólica, vento, hidrogênio, software Homer e Weibull, compreendendo a natureza das publicações mais citadas, e mostrar as publicações relacionadas ao Brasil quando houver

Os parâmetros utilizados na busca estão descriminados na Tabela 1, para cada um dos casos considerados.

Tabela 1. Escopo, banco de dados, termos e filtros referentes à análise bibliométrica realizada com o Bibliometrix (Donthu et al., 2021)

Banco de Dados	Termos Pesquisados	Quantidade de documentos (total e só para o Brasil)	Filtros inseridos
Scopus	(("*wind energy*" OR "*wind power*" OR "*wind speed*" OR "*wind*") AND "*hydrogen*" AND "*homer*")	101	Documentos: Artigos científicos e Revisão Tipo de Fonte: Journal Língua: Inglesa
		0	Documentos: Artigos científicos e Revisão Tipo de Fonte: Journal Língua: Inglesa Pais: Brasil
Scopus	(("*wind energy*" OR "*wind power*" OR "*wind speed*" OR "*wind*") AND "*hydrogen*" AND "*Weibull*")	29	Documentos: Artigos científicos e Revisão Tipo de Fonte: Journal Língua: Inglesa
		1	Documentos: Artigos científicos e Revisão Tipo de Fonte: Journal Língua: Inglesa Pais: Brasil
Scopus	(("*wind energy*" OR "*wind power*" OR "*wind speed*" OR "*wind*") AND "*hydrogen*" AND "*Weibull*" AND "*Homer*")	3	Documentos: Artigos científicos e Revisão Tipo de Fonte: Journal Língua: Inglesa
		0	Documentos: Artigos científicos e Revisão Tipo de Fonte: Journal Língua: Inglesa Pais: Brasil

Fonte: Base *Scopus, Set.2023*

Considerando essas palavras-chave, percebe-se que não existe nenhum trabalho relacionada a autores ou instituições brasileiras no primeiro e no terceiro caso que abordem conjuntamente sobre energia eólica, hidrogênio e software Homer Pro, o que já mostra a importância de desenvolver trabalhos nessa área, aplicando ao contexto nacional.

A Tabela 2 mostra as principais informações obtidas no *Biblioshiny*, considerando cada um dos conjuntos de documentos a ser trabalhado, onde o caso 1 foi obtido considerando os termos (("*wind energy*" OR "*wind power*" OR "*wind speed*" OR "*wind*") AND "*hydrogen*" AND "*homer*") e o caso 2 obtido com os termos (("*wind energy*" OR "*wind power*" OR "*wind speed*" OR "*wind*") AND "*hydrogen*" AND "*Weibull*"). Como no caso 3 só obteve 3 documentos, então não foram colocadas as principais informações.

Tabela 2. Principais informações sobre os dados gerados pelo *Bibliometrix*.

CASO 1	
Descrição	**Resultados**
Intervalo de tempo	2005:2023
Fontes (Revistas, livros, etc.)	47
Quantidade de documentos	110
Média de citações por documentos	44,3
TIPOS DE DOCUMENTOS	
Total de autores	319
Co-autores por documentos	3,77

CASO 2	
Descrição	**Resultados**
Intervalo de tempo	2010:2023
Fontes (Revistas, livros, etc.)	19
Quantidade de documentos	29
Média de citações por documentos	37,48
TIPOS DE DOCUMENTOS	
Total de autores	112
Co-autores por documentos	4,93

Fonte: Base *Scopus,* ferramenta Bibliometrix, Set, 2023

A Tabela 2 mostra que, para o caso 1, fazem parte do conjunto a ser analisado, 110 documentos que estão distribuídos em 47 revistas, sendo publicados no período entre 2005 e 2023, mostrando como é recente as publicações relacionando esses temas considerados. Já para o caso 2, estão incluídos 29 documentos, distribuídos em 19 revistas, compreendendo o período entre 2010 e 2023.

Diante do conjunto de documentos, pode-se agora analisar esses dados utilizando a ferramenta do Bibliometrix e verificar diversos parâmetros que possam contribuir para um mapeamento científico do assunto.

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Caso 1

As análises bibliométricas são especialidades científicas e um aspecto significativo da avaliação da pesquisa, especialmente nos setores científico e aplicado (Laengle et al., 2017). Este estudo bibliométrico utilizando a base Scopus foi realizado na primeira semana de setembro de 2023, onde, após a utilização de filtros, chegou-se a 110 documentos publicados desde 2005. Todos os artigos foram baseados em artigos de periódicos e 100% foram publicados em inglês.

Tendência de publicação

A Figura 1, mostra a tendência da pesquisa e a evolução das publicações entre 2005 e a primeira semana de setembro de 2023.

Até 2018, observa-se no máximo 5 artigos publicados por ano, obtendo um total de 30 artigos nessa linha de pesquisa publicados entre 2005 e 2018. A partir de 2019, o número de artigos produzidos a cada ano devido à triagem principal da base de dados escolhida aumentou, como pode ser visto no gráfico, e claro, que à medida que o número de artigos aumenta, também aumenta o número de pesquisadores com interesses nesta área de pesquisa. Percebe-se um aumento considerável em 2021 e 2022 das publicações.

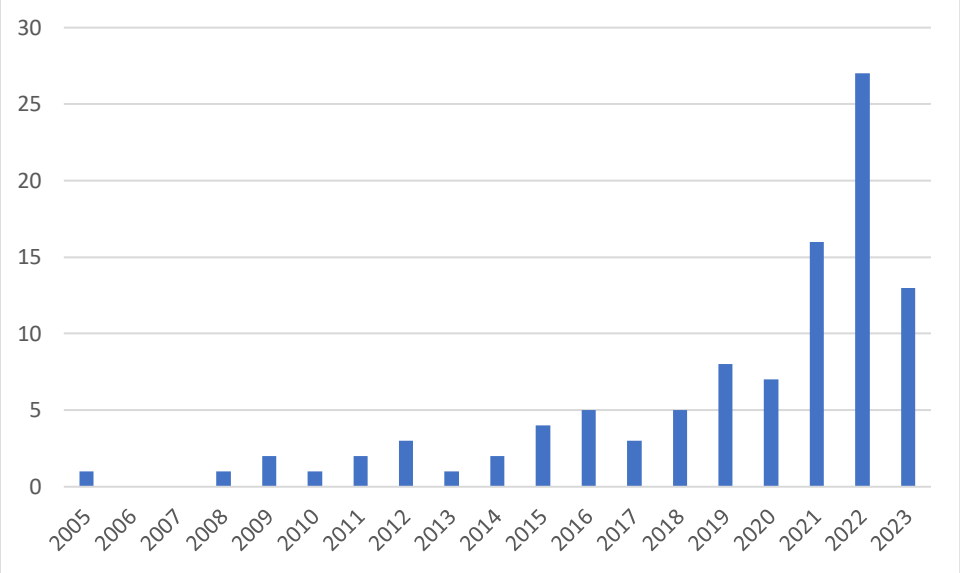

Figura 1. Quantidade de artigos ao longo dos anos

A primeira publicação de 2005 foi de (Khan & Iqbal, 2005) que utilizou o HomerPro e fez uma análise de sensibilidade com dados de velocidade do vento. O trabalho de 2008 foi de (Beccali et al., 2008) que analisaram o desempenho energético, econômico e ambiental de um conjunto de cenários que tratam da produção e utilização de hidrogênio. Em 2009, houveram dois trabalhos publicados, especificamente, (Dalton et al., 2009a) e (Dalton et al., 2009b). Em 2010, o trabalho publicado de (Geovanni et al., 2010) ,analisou diversos métodos utilizados no dimensionamento de diferentes sistemas, analisando, dentre outros pontos, a velocidade do vento. No ano de 2011, tiveram dois artigos publicados, sendo um eles de (B. E. Türkay & Telli, 2011) e (B. Türkay & Telli, 2011). Em 2012 dentre os três trabalhos publicados, pode-se citar os trabalhos de (Mostofi & Shayeghi, 2012) e (Islam, 2012).

Em 2015, a quantidade de publicações começa a ter um pequeno aumento, com 4 publicações no ano, nomeadamente, de (Chade et al., 2015; Kalinci et al., 2015; Maleki & Pourfayaz, 2015; Siyal et al., 2015). Em 2016, passaram para 5 publicações, tais como, (Cozzolino et al., 2016; Fazelpour et al., 2016; Khare et al., 2016; Stojkovic & Bakic, 2016; Tribioli et al., 2016).

Em 2021, o cenário muda bastante, demonstando sobretudo o interesse da academia pela área em questão, observando-se 19 publicações em 2022. Até setembro de 2023, foram encontradas 27 publicações,

e que já se conta com 13 trabalhos, mostrando a tendência de cresimento dessa área de pesquisa. Esse aumento está relacionado a questão da visibilidade que o hidrogênio verde vem tendo devido a preocupação com o contexto da descarbonização de diversos setores da sociedade. As publicações ocorridas a partir de 2019, corresponderam cerca de 65% de todas as publicações registradas.

Dentre os trabalhos mais recentes, pode-se citar o trabalho de (Ampah et al., 2023), com 14 citações, e aborda sobre a adoção de fontes de energia renováveis para o processo de mineração de carvão, fazendo uma análise com o uso do software Homer Pro. No trabalho de (Kakavand et al., 2023), que ja observaram-se 9 citações, apresenta uma avaliação técnica e econômica de potenciais fábricas de produção de hidrogénio verde e amoníaco com recursos eólicos e solares. Já (Yazdani et al., 2023), encontra-se com 7 citações, e os autores simularam diferentes configurações no software Homer. Os autores de (Dokhani et al., 2023) receberam 5 citações e estudaram um sistema financeiramente ideal para a produção de água desmineralizada a partir da água do mar e posteriormente, diferentes cenários foram examinados usando o Homer Pro.

Artigos mais citados

A crescente demanda por energia torna necessária a busca por fontes de energia renováveis e a modernização dos sistemas energéticos para atender às necessidades energéticas recentes e futuras (Abdin et al., 2020). Artigos mais citados são importantes no conhecimento do assunto a ser tratado. Sendo assim, a Tabela 3 enumera os 30 artigos mais citados nesse conjunto de documentos selecionados com maior número de citações.

Dos artigos mais citados foram extraídas as seguintes informações: i) Nome do primeiro autor referência do artigo; ii) Título do artigo; iii) Total de citação por artigo; iv) Periódico que publicou; v) ano em que o artigo foi publicado e vi) o país do primeiro autor.

Tabela 3. Os top 30 de artigos em número de citações

N	AUTOR / CITAÇÃO	TÍTULO	TC	REVISTA	ANO	PAIS
1	M.J. Khan(Khan & Iqbal, 2005)	Pre-feasibility study of stand-alone hybrid energy systems for applications in Newfoundland	431	Renewable Energy	2005	Canada
2	Yildiz Kalinci (Kalinci et al., 2015)	Techno-economic analysis of a stand-alone hybrid renewable energy system with hydrogen production and storage options	235	International Journal of Hydrogen Energy	2015	Turkey
3	Belgin Emre Türkay (B. E. Türkay & Telli, 2011)	Economic analysis of standalone and grid connected hybrid energy systems	206	Renewable Energy	2011	Turkey
4	G.J. Dalton (Dalton et al., 2009b)	Feasibility analysis of renewable energy supply options for a grid-connected large hotel	199	Renewable Energy	2009	Australia
5	Armin Razmjoo, A. (Razmjoo et al., 2021)	A Technical analysis investigating energy sustainability utilizing reliable renewable energy sources to reduce CO2 emissions in a high potential area	196	Renewable Energy	2021	Espanha
6	A. Can Duman (Duman & Güler, 2018)	Techno-economic analysis of off-grid PV/wind/fuel cell hybrid system combinations with a comparison of regularly and seasonally occupied households	176	Sustainable Cities and Society	2018	Turkey
7	Z. Abdin (Abdin & Mérida, 2019)	Hybrid energy systems for off-grid power supply and hydrogen production based on renewable energy: A techno-economic analysis	159	Energy Conversion and Management	2019	Canada
8	Doudou N. Luta (Luta & Raji, 2019)	Optimal sizing of hybrid fuel cell-supercapacitor storage system for off-grid renewable applications	142	Energy	2019	South Africa

9	Murat Gökçek (Gökçek & Kale, 2018b)	Techno-economical evaluation of a hydrogen refuelling station powered by Wind-PV hybrid power system: A case study for İzmir-Çeşme	142	International Journal of Hydrogen Energy	2018	Turkey
10	G.J. Dalton (Dalton et al., 2009a)	Case study feasibility analysis of renewable energy supply options for small to medium-sized tourist accommodations	137	Renewable Energy	2009	Australia
11	Akbar Maleki (Maleki & Pourfayaz, 2015)	Sizing of stand-alone photovoltaic/wind/diesel system with battery and fuel cell storage devices by harmony search algorithm	131	Journal of Energy Storage	2015	Iran
12	Mohammad Reza Akhtari (Akhtari & Baneshi, 2019)	Techno-economic assessment and optimization of a hybrid renewable co-supply of electricity, heat and hydrogen system to enhance performance by recovering excess electricity for a large energy consumer	123	Energy Conversion and Management	2019	Iran
13	Farivar Fazelpour (Fazelpour et al., 2016)	Economic analysis of standalone hybrid energy systems for application in Tehran, Iran	118	International Journal of Hydrogen Energy	2016	Iran
14	M. Beccali (Beccali et al., 2008)	Energy, economic and environmental analysis on RET-hydrogen systems in residential buildings	114	Renewable Energy	2008	Italy
15	Murat Gökçek (Gökçek & Kale, 2018a)	Optimal design of a Hydrogen Refuelling Station (HRFS) powered by Hybrid Power System	93	Energy Conversion and Management	2018	Turkey
16	Mehdi Jahangiri (Jahangiri et al., 2020)	Using fuzzy MCDM technique to find the best location in Qatar for exploiting wind and solar energy to generate hydrogen and electricity	85	International Journal of Hydrogen Energy	2020	Iran
17	Doudou N. Luta (Luta & Raji, 2018)	Decision-making between a grid extension and a rural renewable off-grid system with hydrogen generation	82	International Journal of Hydrogen Energy	2018	South Africa
18	R. Cozzolino (Cozzolino et al., 2016)	Power management of a hybrid renewable system for artificial islands: A case study	80	Energy	2016	Italy
19	Daniel Chade (Chade et al., 2015)	Feasibility study of wind-to-hydrogen system for Arctic remote locations – Grimsey island case study	75	Renewable Energy	2015	United Kingdom
20	Antonio Cano (Cano et al., 2014)	Optimal sizing of stand-alone hybrid systems based on PV/WT/FC by using several methodologies	73	Journal of the Energy Institute	2014	Espanha
21	Mehdi Jahangiri (Jahangiri, Haghani, et al., 2019)	Feasibility study on the provision of electricity and hydrogen for domestic purposes in the south of Iran using grid-connected renewable energy plants	69	Energy Strategy Reviews	2019	Iran
22	Shahid Hussain Siyal (Siyal et al., 2015)	Economic analysis of standalone wind-powered hydrogen refueling stations for road transport at selected sites in Sweden	67	International Journal of Hydrogen Energy	2015	Sweden
23	Mehdi Jahangiri (Jahangiri, Souloukngа, et al., 2019)	Techno-econo-environmental optimal operation of grid-wind-solar electricity generation with hydrogen storage system for domestic scale, case study in Chad	66	International Journal of Hydrogen Energy	2019	Iran
24	Vikas Khare (Khare et al., 2016)	Optimization of hydrogen based hybrid renewable energy system using HOMER, BB-BC and GAMBIT	65	International Journal of Hydrogen Energy	2016	India
25	S. Rehman (Rehman et al., 2020)	Optimal Design and Model Predictive Control of Standalone HRES: A Real Case Study for Residential Demand Side Management	62	IEEE Access	2020	Saudi Arabia

26	Siamak Hoseinzadeh (Hoseinzadeh & Astiaso Garcia, 2022)	Techno-economic assessment of hybrid energy flexibility systems for islands' decarbonization: A case study in Italy	57	Sustainable Energy Technologies and Assessments	2022	Italy
27	Yildiz Kalinci (Kalinci et al., 2017)	Energy and exergy analyses of a hybrid hydrogen energy system: A case study for Bozcaada	56	International Journal of Hydrogen Energy	2017	Turkey
28	Mostafa Rezaei (Rezaei, Khalilpour, et al., 2020)	Multi-criteria location identification for wind/solar based hydrogen generation: The case of capital cities of a developing country	43	International Journal of Hydrogen Energy	2020	Australia
29	Sunay Turkdogan (Turkdogan, 2021)	Design and optimization of a solely renewable based hybrid energy system for residential electrical load and fuel cell electric vehicle	38	Engineering Science and Technology, an International Journal	2021	Turkey
30	Mostafa Rezaei (Rezaei et al., 2021)	Investigating the Impact of Economic Uncertainty on Optimal Sizing of Grid-Independent Hybrid Renewable Energy Systems	35	PROCESS	2021	Australia

Note: O nome e país listado nessa tabela corresponde ao primeiro autor de cada artigo

Dentre os 30 documentos analisados, a revista que mais recebeu publicação na área, foi a revista "*International Journal of Hydrogen Energy*", recebendo 10 dos 30 documentos mais citados nesse conjunto de dados, e sendo também a revista que mais recebeu citação.

Inúmeros fatores contribuem para o rápido crescimento que vem ocorrendo em relação a quantidade de publicações relacionadas com energia eólica e hidrogênio. Em primeiro lugar, o interesse da cadeia produtiva do hidrogênio verde como uma alternativa para a descarbonização de diversos setores.

Desempenho da revista

Um total de 47 fontes tem publicações sobre o assunto, obtendo uma média de 3,77 documentos por ano. A Tabela 4 mostra uma lista dos dez melhores periódicos para publicar um tópico relacionado com energia eólica e hidrogênio, isto é, as revistas científicas de mais destaque, de acordo com o número de publicações na área pesquisada. Fator de impacto, h-index, Total de Publicações e o ano da primeira publicação são métricas de periódicos que ajudam a medir o impacto da citação e o crescimento dos periódicos (Bornmann & Daniel, 2007; Ghazinoory et al., 2013; Kar et al., 2022). Fazendo uma análise quantitativa das publicações desses 10 periódicos, observa-se que eles concentram um pouco mais de 57% do total de publicações identificadas.

Um total de 19 documentos, correspondendo a 20% do total de artigos publicados nesse conjunto de dados, foi publicado na Revista *International Journal of Hydrogen Energy*, tendo recebido um total de mais de 1.104 citações e tem um fator de impacto de 4,672. Posteriormente, aparece em segundo lugar, mas com uma frequência de publicação bem menor, a revista *Renewable Energy*, com 7 documentos (7%), que foi a primeira revista a publicar um trabalho relacionado com o tema em questão e que é a revista com maior número de citações. A segunda revista a ter trabalho relacionado com o assunto foi a revista *International Journal Of Energy Research*, que publicou em 2010 o documento de (Geovanni et al., 2010) , do qual e estudou a combinação de várias tecnologias de energia renovável avaliando os diversos métodos utilizados no dimensionamento de tais sistemas.

Tabela 4. As revistas que mais têm publicação nesse conjunto de dados analisados.

N	Fontes	Artigos (TP)	h_ index	TC	Fator de impacto (IF)	PY_ start
1	INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY	19	15	1104	4,672	2015
2	RENEWABLE ENERGY	7	7	1358	8,7	2005
3	ENERGY	6	6	324	8,857	2016
4	ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT	5	4	385	11,533	2018

5	ENERGY REPORTS	4	3	19	5,2	2022
6	IEEE ACCESS	4	3	81	3,9	2020
7	SUSTAINABLE ENERGY TECHNOLOGIES AND ASSESSMENTS	4	3	77	8	2021
8	ENERGIES	3	3	67	3,252	2016
9	INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY RESEARCH	3	3	21	4,6	2010
10	INTERNATIONAL JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY RESEARCH	3	3	58	9,24	2012

Nota: TPs = Total de Publicações; TC = Total de Citações; IF = Fator de Impacto em 2023; PY_start = ano da primeira publicação

Desempenho das instituições

Com relação ao desempenho das instituições, as 15 instituições mais produtivas, ou seja, que mais desenvolveram artigos na área considerada, estão listadas na Tabela 5, juntamente com a quantidade de artigos ligados a elas, o país ou região onde estão localizadas e a percentagem que cada uma representa diante da quantidade global de publicações.

Tabela 5. As 15 instituições que mais tem trabalhos na área e onde se localizam.

N	Instituições	Artigos	Pais ou Localização	Percentagem (%)
1	ISLAMIC AZAD UNIVERSITY	22	Iran	21,78
2	YAZD UNIVERSITY	12	Iran	11,88
3	UNIVERSITY OF TEHRAN	9	Iran	8,91
4	DELHI TECHNOLOGICAL UNIVERSITY	8	Delhi, Índia	7,92
5	NATIONAL SPACE RESEARCH AND DEVELOPMENT AGENCY KOGI STATE UNIVERSITY CAMPUS	7	África	6,93
6	TIANJIN UNIVERSITY	7	China	6,93
7	UNIVERSIDAD DEL ISTMO	6	Panamá	5,94
8	UNIVERSITY OF QUEENSLAND	6	Australia	5,94
9	NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY	5	Estados Unidos	4,95
10	NATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCES AND TECHNOLOGY	5	Paquistão	4,95
11	CAPE PENINSULA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	4	África do Sul	3,96
12	DHOFAR UNIVERSITY	4	Omã	3,96
13	ERCIYES UNIVERSITY	4	Turquia	3,96
14	HA NOI	4	Vietnã	3,96
15	HAMAD BIN KHALIFA UNIVERSITY	4	Catar	3,96

A Universidade ISLAMIC AZAD UNIVERSITY, no Iran, lidera com 22 documentos, correspondendo a quase 22% das publicações gerais. O Iran ocupa os 3 primeiros lugares.

Quantidade de artigos por países

O mapeamento da rede de países e territórios, juntamente com suas publicações e análises de citações, são exibidos na Tabela 6. A Tabela 6 mostra a quantidade de documentos por países levando em conta não somente os autores correspondentes, mas qualquer autor que esteja na publicação.

Tabela 6. Quantidade de artigos por pais e a quantidade de citações dos países.

RANK	REGIÃO	ARTIGOS	TOTAL DE CITAÇÕES	PERCENTGEM
1	TURKEY	24	966	21,82
2	IRAN	57	771	51,82

3	CANADA	18	643	16,36
4	AUSTRALIA	23	408	20,91
5	SOUTH AFRICA	11	287	10,00
6	ITALY	13	278	11,82
7	UNITED KINGDOM	6	196	5,45
8	CHINA	42	194	38,18
9	INDIA	24	100	21,82
10	SPAIN	6	73	5,45
11	SWEDEN	3	67	2,73
12	THAILAND	10	42	9,09
13	OMAN	8	41	7,27
14	EGYPT	3	39	2,73
15	QATAR	6	29	5,45

Para este estudo, os dados concluíram o número máximo de pesquisas em artigos de autores do Irã (57 artigos) tendo participado de mais de 51% dos artigos publicados na área, seguidos da China (42 artigos), Turquia e Índia (24 artigos) e Austrália (23 artigos). A Turquia é o país que recebeu mais citações em seus trabalhos, sendo seguida da China.

O Bibliometrix analisa também a quantidade de publicações considerando somente o autor correspondente e observando se as publicações tiveram contribuição de autores de outros países, e essa informação pode ser analisada pela Tabela 7, onde as maiores publicações de um único país (SCP) e publicações de vários países (MCP) mostraram que os pesquisadores O Irã, além de ser o pais com maior número de publicações na área, têm trabalhado em estreita colaboração com outros países, sendo seguido da China.

Tabela 7. Quantidade de artigos, considerando o primeiro autor, que tem colaboração com outros países, considerando os 15 primeiros países.

PAÍS	ARTIGO	SCP	MCP
IRAN	17	11	6
CHINA	11	7	4
TURKEY	10	8	2
INDIA	7	6	1
AUSTRALIA	6	4	2
CANADA	5	4	1
SOUTH AFRICA	5	2	3
ITALY	4	4	0
NIGERIA	3	3	0
OMAN	3	1	2
EGYPT	2	1	1
GERMANY	2	1	1
MEXICO	2	2	0
PAKISTAN	2	1	1
THAILAND	2	0	2

O valor da quantidade de artigos da Tabela 7 difere da quantidade de artigos da Tabela 6, porque na Tabela 7 está considerando apenas a localidade do 1º autor do trabalho. Esses dados mostram, também, que a globalização sobre o assunto em estudo se estende por todos os continentes.

TreeMap – WordCloud

O TreeMap apresenta, em forma de trama, os termos de palavras-chave mais utilizados em determinado tema e sua frequência de citação. Para esse conjunto de dados, obteve-se a Figura 2. Retrata as palavras-chave do autor que foram consideradas mais significativas no conjunto de documentos analisados.

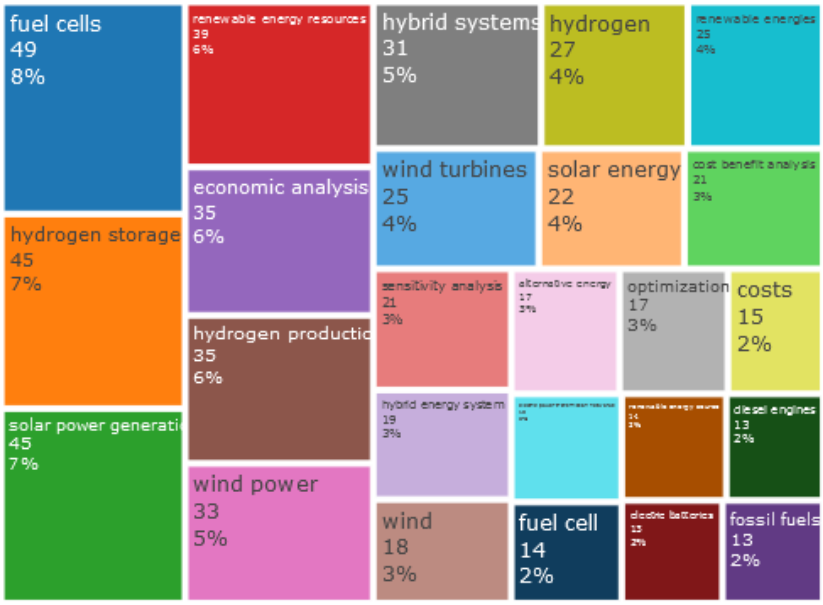

Figura 2. Quantidade de cada uma das palavras-chave mais citadas

Segundo a Figura 2, a palavra-chave mais frequente foi o termo "*fuel cells*", com 8% de ocorrência, seguida dos termos "*hydrogen storage*" e "*solar power Generation*", ambas com 7%.

A importância de cada um dos termos, bem como sua recorrência na literatura e importância para problema, são demonstrados pela magnitude de cada retangulo da Figura 2. Conforme mostrado na Figura 2, no entanto, é necessário um trabalho adicional sobre diversos temas, onde os termos que têm baixa ocorrência podem servir de norte para futuras pesquisas, mostrando novos campos a serem explorados e pesquisados.

Caso 2

Para esse segundo caso, foram considerados os termos ***(("wind energy" OR "wind power" OR "wind speed" OR "wind") AND "hydrogen" AND "weibull")*** e a pesquisa também foi realizada na segunda primeira de setembro de 2023, onde, após a utilização de filtros, chegou-se a 29 documentos, publicados desde 2010. Todos os artigos foram baseados em artigos de periódicos e 100% foram publicados em inglês.

Esse conjunto de palavras mostra os trabalhos que envolvem temas bem importantes e relacionados com a energia eólica e o hidrogênio verde que é a questão do estudo da distribuição de Weibull relacionado com a velocidade do vento para analisar o potencial eólica de uma região e, consequentemente, o potencial de produção do hidrogênio.

Isto é, os pesquisadores interessados em estudar o potencial de produção de hidrogênio através da energia eólica tendo como base a análise de Weibull para entender a distribuição de velocidade de vento de uma região, pode-se basear nos artigos relacionados nesse trabalho.

Sendo assim, será feita uma compilação das principais informações obtidas nesses documentos para poder servir como diretriz aos interessados.

Tabela 8. Lista de 29 de artigos em número de citações da pesquisa realizada

N	TÍTULO/CITAÇÃO	TC	REVISTA	ANO	PAÍS
1	Economic viability and production capacity of wind generated renewable hydrogen (Mohsin et al., 2018)	199	International Journal of Hydrogen Energy	2018	China
2	Assessment of Wind Energy Potential for the Production of Renewable Hydrogen in Sindh Province of Pakistan (Iqbal et al., 2019)	160	Processes	2019	China

3	A comprehensive method for optimal power management and design of hybrid RES-based autonomous energy systems (Abedi et al., 2012)	159	Renewable and Sustainable Energy Reviews	2012	Iran
4	Evaluating the wind energy potential for hydrogen production: A case study (Mostafaeipour et al., 2016)	99	International Journal of Hydrogen Energy	2016	Iran
5	Analysis of hydrogen production from wind energy in the southeast of Iran (Alavi, Mostafaeipour, et al., 2016)	72	International Journal of Hydrogen Energy	2016	Iran
6	Evaluation of hydrogen production by wind energy for agricultural and industrial sectors (Mostafaeipour et al., 2019)	53	International Journal of Hydrogen Energy	2019	Iran
7	Technical, economic, carbon footprint assessment, and prioritizing stations for hydrogen production using wind energy: A case study(Almutairi, Hosseini Dehshiri, et al., 2021)	47	Energy Strategy Reviews	2021	Saudi Arabia
8	Ranking Locations for Hydrogen Production Using Hybrid Wind-Solar: A Case Study (Almutairi, Mostafaeipour, et al., 2021)	37	Sustainability	2021	Saudi Arabia
9	Energy supply for water electrolysis systems using wind and solar energy to produce hydrogen: a case study of Iran (Rezaei et al., 2019)	34	Front. Energy	2019	Iran
10	A new semi-empirical wind turbine capacity factor for maximizing annual electricity and hydrogen production (Sedaghat et al., 2020)	32	International Journal of Hydrogen Energy	2020	Kuwait
11	Wind and solar hydrogen for the potential production of ammonia in the state of Ceará – Brazil (Esteves et al., 2015)	31	International Journal of Hydrogen Energy	2015	Brasil
12	Hydrogen production using wind energy from sea water: A case study on Southern and Northern coasts of Iran (Rezaei et al., 2018)	30	Energy & Environment	2018	Iran
13	Evaluation of hydrogen production from harvesting wind energy at high altitudes in Iran by three extrapolating Weibull methods (Ashrafi et al., 2018)	29	International Journal of Hydrogen Energy	2018	Iran
14	A novel hybrid energy system for hydrogen production and storage in a depleted oil reservoir (Song et al., 2021)	23	International Journal of Hydrogen Energy	2021	China
15	Wind Power Viability on a Small Island (Ramos & Iglesias, 2014)	22	International Journal of Green Energy	2014	Espanha
16	Wind and solar energy utilization for seawater desalination and hydrogen production in the coastal areas of southern Iran (Rezaei, Mostafaeipour, et al., 2020)	15	Journal of Engineering, Design and Technology	2020	Iran
17	Flow control based 5 MW wind turbine enhanced energy production for hydrogen generation cost reduction (Saenz-Aguirre et al., 2022)	10	International Journal of Hydrogen Energy	2022	Espanha
18	Analysis of the current methods used to size a wind/hydrogen/fuel cell-integrated system: A new perspective (Geovanni et al., 2010)	7	International Journal of Energy Research	2010	Mexico
19	Impact of wind speed distribution and management strategy on hydrogen production from wind energy (Liponi et al., 2022)	7	Energy	2022	Italy
20	Influence of noise of wind speed data on a wind-hydrogen system (Alavi, Najafi, et al., 2016)	5	International Journal of Hydrogen Energy	2016	Iran
21	Assessing the capacity of renewable power production for green energy system: a way forward towards zero carbon electrification (Chien et al., 2021)	5	Environmental Science and Pollution Research volume	2021	China
22	Wind energy potential assessment for co-generation of electricity and hydrogen in the far North region of Cameroon (Koholé et al., 2023)	4	Energy Conversion and Management	2023	Cameroon
23	Feasibility of a Wind-Hydrogen Energy System Based on Wind Characteristics for Chabahar, Iran (Alavi et al., 2017)	3	journal Energy Harvesting and Systems	2017	Iran
24	Likelihood of wind energy assisted hydrogen production in three selected stations of Fiji Islands	2	International Journal of Ambient Energy	2020	China

25	Wind-to-Hydrogen Production Potential for Selected Sites in Pakistan (Ahmad et al., 2021; Kodicherla et al., 2020)	2	IEEE Access	2021	Pakistan
26	Sizing and analytical optimization of an alkaline water electrolyzer powered by a grid-assisted wind turbine to minimize grid power Exchange (Gallo & García Clúa, 2023)	0	Renewable Energy	2023	Argentina
27	Effects of Hydrogen Storage System and Renewable Energy Sources for Optimal Bidding Strategy in Electricity Market (Li & Zuo, 2022)	0	Energy Engineering	2022	China
28	Impact of Weibull Wind Speed Distribution on the Costs of Producing Power-to-X Products (Machhammer & Janisch, 2023)	0	Chemical Engineering & Technology	2023	Alemanha
29	Techno-economic assessment of offshore wind energy potential at selected sites in the Gulf of Guinea (Ohunakin et al., 2023)	0	Energy Conversion and Management	2023	Nigeria

Dentre os 15 artigos mais citados, pode-se citar o artigo de (Mohsin et al., 2018) que se baseou no método da distribuição de Weibull combinado com a lei logarítmica e forneceu o custo nivelado da energia renovável e da capacidade de conversão de hidrogénio nos locais propostos e mediu a capacidade de produção de hidrogénio renovável. No trabalho de (Iqbal et al., 2019), os autores desenvolveram um novo modelo matemático que combina a faixa de velocidade do vento com a lei logarítmica para derivar o potencial de energia eólica para a produção de hidrogênio gerado pelo vento no Paquistão. Já (Abedi et al., 2012) apresentam um novo método para a determinação da estratégia de gerenciamento de energia de sistemas híbridos, e o método foi testado incluindo turbinas eólicas, painéis fotovoltaicos, células de combustível, eletrolisadores, tanques de hidrogênio, baterias e geradores a diesel. O objetivo foi minimizar simultaneamente o custo global do sistema e as incertezas foram modeladas usando vários cenários possíveis para velocidade do vento e irradiação solar com base nas funções de distribuição de probabilidade Weibull. Em (Mostafaeipour et al., 2016) foi investigado o potencial de desenvolvimento de energia eólica para fins de produção de hidrogénio na província de Fars, no Irão, onde foram utilizadas velocidades do vento em alturas de 10 m, 30 m e 40 m e direção do vento em 30 m e 37,5 m registradas em intervalos de 10 minutos para o período de um ano para quatro cidades de Abadeh, Juyom, Eqleed e Marvdasht e as características da energia eólica foram analisadas estatisticamente para determinar o potencial da energia eólica para gerar hidrogênio nas cidades examinadas.

Os autores de (Alavi, Mostafaeipour, et al., 2016) investigaram a capacidade da energia eólica para a produção de hidrogênio na província de Sistão e Baluchistão, no sudeste do Irã, analisando quatro turbinas eólicas diferentes com capacidade de 300–900 kW em cinco locais, usando duas abordagens, sendo elas a potência média real da turbina eólica e o Weibull. Já (Mostafaeipour et al., 2019) avaliaram a energia eólica disponível para a geração de electricidade, bem como de hidrogénio, pelos setores industrial e agrícola em quatro cidades, onde os potenciais de energia eólica foram avaliados utilizando o fator de padrão de energia e a função de distribuição de Weibull com base em dados meteorológicos de 5 anos das regiões estudadas. Conforme (Almutairi, Hosseini Dehshiri, et al., 2021) foi feita uma avaliação econômica, que envolveu o cálculo do Custo Nivelado de Energia (LCOE), o Custo Nivelado de Hidrogênio (LCOH) e o período de retorno, cosiderando turbinas fabricadas por empresas conceituadas e dados de vento de quatro estações para três alturas usando a função de distribuição de probabilidade Weibull e para uma melhor avaliação, os mapas GIS das produções de energia eólica e hidrogénio foram preparados utilizando o método IDW. Estes mapas mostraram que as partes oriental e nordeste da província de Badakhshan têm maiores potenciais de produção de energia eólica e hidrogênio.

Já (Almutairi, Mostafaeipour, et al., 2021) estudaram a adequação de 15 cidades no Irão, para a produção de hidrogénio renovável, onde o potencial de energia eólica foi estimado utilizando a função de distribuição de Weibull para cada mês de forma independente. No trabalho de (Rezaei et al., 2019), foi avaliado os potenciais de energia eólica em áreas do Irão através da função de distribuição de Weibull (WDF) para produção de hidrogênio, onde foram utilizados os dados de velocidade do vento registrados a 10 m de altura no intervalo de tempo de 3 horas em um período de cinco anos, e foram examinadas três tipos diferentes de turbinas eólicas e por fim, o software RETScreen foi utilizado para calcular a redução anual de emissões de CO_2 após a substituição da gasolina pelo hidrogénio produzido. Ainda, conforme (Sedaghat et al., 2020), o fator de capacidade é um parâmetro importante da turbina eólica, e outro fator principal, é a produção anual de energia, que pode ser determinado utilizando as características do vento e o desempenho da turbina eólica.

Os autores de (Esteves et al., 2015) analisaram a viabilidade de produção de amônia como principal componente para a síntese de fertilizantes nitrogenados no Estado do Ceará – Brasil, via processo Haber-Bosch e fonte eólico e solar fotovoltaico, assim foi utilizado bancos de dados de regimes médios de vento (velocidade, fator Weibull, rugosidade do terreno) disponíveis para o Ceará. Em (Rezaei et al., 2018) o estudo concentrousse na produção de hidrogênio alimentada pelo vento através da dessalinização da água do mar e para isso foi selecionada uma cidade costeira e, em seguida, o potencial de geração de energia eólica foi avaliado pela função de distribuição de Weibull e a quantidade de energia a ser gerada por três turbinas eólicas disponíveis comercialmente e a quantidade de água dessalinizada e hidrogênio a ser produzida em cada área.

Conforme (Ashrafi et al., 2018), o uso da energia eólica para a produção de hidrogênio foi investigado no Irã, onde todos os dados de estudo do vento foram registrados com base em intervalos de tempo de 10 minutos por mais de um ano em diferentes alturas de mastro de vento. Para estimar os parâmetros de Weibull foram utilizados o Método do Desvio Padrão (SDM), o Método Empírico de Lysen (EML) e o Método da Densidade de Potência (PDM) e um método de extrapolação foi usado para determinar os parâmetros de forma e de escala da distribuição Weibull nas altitudes elevadas de 80 m e 120 m. Já (Song et al., 2021) combinaram a produção de hidrogênio por energia eólica *offshore* com armazenamento de hidrogênio onde a distribuição de Weibull, função de potência da turbina eólica, o Valor Presente Líquido (VPL) e o conceito de nivelamento foram adotados. E (Ramos & Iglesias, 2014) investigaram o potencial da energia eólica em Arousa.

Considerando o contexto nacional para esse busca, encontrou- se apenas o trabalho (Esteves et al., 2015) que já teve 31 citações, foi publicado na revista *International Journal of Hydrogen Energy*, em 2015 e que tem como instituições brasileira envolvida a Universidade Estadual Do Ceará.

Numa terceira etapa do presente trabalho, foi procurado na base Scopus documentos que englobassem todos os temas vistos acima, considerando as seguintes palavras (("wind energy" OR "wind power" OR "wind speed" OR "wind") AND "hydrogen" AND "homer" AND "weibull) e encontrou-se somente 3 artigos relacionados, sendo eles o trabalho de (Chien et al., 2021), publicado em 2021 na revista *Environmental Science and Pollution Research*, já tendo 5 citações, envolvendo instituições da China e que avalia o potencial técnico-económico do potencial de energia eólica e solar para a parte norte do Gana, empregando a função de distribuição de Weibull, custo nivelado de energia e métricas de custo presente líquido para o estudo econômico.

O trabalho (Rezaei, Mostafaeipour, et al., 2020) foi publicado na revista *Journal of Engineering, Design and Technology*, em 2020, já tem 15 citações e tem a participação de pesquisadores de instituições da Australia e Irã. E esse trabalho aborda sobre o uso da energia eólica para a produção de hidrogênio verde, examinando diferentes áreas e para verificar a quantidade de energia eólica disponível nas áreas, foram utilizadas a função de distribuição de Weibull e o software HOMER.

E por fim, o outro trabalho enconrado foi o de (Geovanni et al., 2010), publicado em 2010, na revista *International Journal of Energy Research*, apresentando 7 citações, além de contar com pesquisadores de instituição do Mexico. Nesse documento, os autores avaliam os diversos métodos destinados à implementação de sistemas eólicos/sistemas integrados de hidrogênio/células de combustível e produção de hidrogênio.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo a análise bibliométrica sobre os temas relacionados com energia eólica, Weibul e o software Homer Pro para entender como estão as publicações nessa área e tentar encontrar alguma correlação entre esses pontos.

Para esse objetivo, usou-se a base *Scopus* e, posteriormente, uma análise dos dados dos documentos encontrados no *Bibliometrix*, permitindo identificar tendências, padrões e lacunas na produção científica sobre o assunto, além de fornecer informações relevantes investimentos em pesquisa e desenvolvimento nessa área.

Neste estudo, foram considerados 3 casos com 3 conjuntos de palavras a serem analisadas. No primeiro caso, foram analisados 110 documentos que estavam distribuídos em 47 revistas, sendo publicados no período entre 2005 e 2023. Já para o caso 2, estavam incluídos 29 documentos, distribuídos em 19 revistas, compreendendo o período entre 2010 a 2023. E para o caso três, apenas 3 documentos foram encontrados.

É conclusivo que, ao longo de anos mais recentes as análises sobre o assunto foram mais difundidas e estimuladas devido a pactos de descarbonização que fizeram países terem que buscar maneiras de reduzir as emissões de CO_2.

Com relação a artigos produzidos com participação de pesquisadores brasileiros, foi encontrado apenas 1 artigo e relacionado ao caso 2, e tendo o envolvimento de pesquisador da Universidade Estadual do Ceará, o que leva a perceber que muito ainda precisa ser pesquisado nessa área, principalmente considerando o contexto nacional.

REFERÊNCIAS

Abdin, Z., & Mérida, W. (2019). Hybrid energy systems for off-grid power supply and hydrogen production based on renewable energy: A techno-economic analysis. *Energy Conversion and Management*, *196*, 1068–1079. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.06.068

Abdin, Z., Zafaranloo, A., Rafiee, A., Mérida, W., Lipiński, W., & Khalilpour, K. R. (2020). Hydrogen as an energy vector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *120*, 109620. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109620

Abedi, S., Alimardani, A., Gharehpetian, G. B., Riahy, G. H., & Hosseinian, S. H. (2012). A comprehensive method for optimal power management and design of hybrid RES-based autonomous energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *16*(3), 1577–1587. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.030

Ahmad, J., Imran, M., Ali, S. F., Adnan, M., Ashraf, S. R., Hussain, Z., & Shoaib, M. (2021). Wind-to-hydrogen production potential for selected sites in pakistan. *IEEE Access*, *9*, 134874–134898. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3116259

Akhtari, M. R., & Baneshi, M. (2019). Techno-economic assessment and optimization of a hybrid renewable co-supply of electricity, heat and hydrogen system to enhance performance by recovering excess electricity for a large energy consumer. *Energy Conversion and Management*, *188*, 131–141. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.03.067

Alavi, O., Mostafaeipour, A., & Qolipour, M. (2016). Analysis of hydrogen production from wind energy in the southeast of Iran. *International Journal of Hydrogen Energy*, *41*(34), 15158–15171. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.06.092

Alavi, O., Mostafaeipour, A., Sedaghat, A., & Qolipour, M. (2017). Feasibility of a Wind-Hydrogen Energy System Based on Wind Characteristics for Chabahar, Iran. *Energy Harvesting and Systems*, *4*(4), 143–163. https://doi.org/10.1515/ehs-2017-0003

Alavi, O., Najafi, P., & Hooshmand Viki, A. (2016). Influence of noise of wind speed data on a wind-hydrogen system. *International Journal of Hydrogen Energy*, *41*(48), 22751–22759. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.10.032

Almutairi, K., Hosseini Dehshiri, S. S., Hosseini Dehshiri, S. J., Mostafaeipour, A., Jahangiri, M., & Techato, K. (2021). Technical, economic, carbon footprint assessment, and prioritizing stations for hydrogen production using wind energy: A case study. *Energy Strategy Reviews*, *36*, 100684. https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100684

Almutairi, K., Mostafaeipour, A., Jahanshahi, E., Jooyandeh, E., Himri, Y., Jahangiri, M., Issakhov, A., Chowdhury, S., Hosseini Dehshiri, S., Hosseini Dehshiri, S., & Techato, K. (2021). Ranking Locations for Hydrogen Production Using Hybrid Wind-Solar: A Case Study. *Sustainability*, *13*(8), 4524. https://doi.org/10.3390/su13084524

Ampah, J. D., Jin, C., Agyekum, E. B., Afrane, S., Geng, Z., Adun, H., Yusuf, A. A., Liu, H., & Bamisile, O. (2023). Performance analysis and socio-enviro-economic feasibility study of a new hybrid energy system-based decarbonization approach for coal mine sites. *Science of The Total Environment*, *854*, 158820. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158820

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, *11*(4), 959–975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Ashrafi, Z. N., Ghasemian, M., Shahrestani, M. I., Khodabandeh, E., & Sedaghat, A. (2018). Evaluation of hydrogen production from harvesting wind energy at high altitudes in Iran by three extrapolating Weibull methods. *International Journal of Hydrogen Energy*, *43*(6), 3110–3132. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.12.154

Beccali, M., Brunone, S., Cellura, M., & Franzitta, V. (2008). Energy, economic and environmental analysis on RET-hydrogen systems in residential buildings. *Renewable Energy*, *33*(3), 366–382. https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.03.013

Bornmann, L., & Daniel, H.-D. (2007). What do we know about theh index? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *58*(9), 1381–1385. https://doi.org/10.1002/asi.20609

Cano, A., Jurado, F., Sánchez, H., Fernández, L. M., & Castañeda, M. (2014). Optimal sizing of stand-alone hybrid systems based on PV/WT/FC by using several methodologies. *Journal of the Energy Institute*, *87*(4), 330–340. https://doi.org/10.1016/j.joei.2014.03.028

Chade, D., Miklis, T., & Dvorak, D. (2015). Feasibility study of wind-to-hydrogen system for Arctic remote locations – Grimsey island case study. *Renewable Energy*, *76*, 204–211. https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.11.023

Chien, F., Ngo, Q.-T., Hsu, C.-C., Chau, K. Y., & Mohsin, M. (2021). Assessing the capacity of renewable power production for green energy system: a way forward towards zero carbon electrification. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(46), 65960–65973. https://doi.org/10.1007/s11356-021-15517-7

Cozzolino, R., Tribioli, L., & Bella, G. (2016). Power management of a hybrid renewable system for artificial islands: A case study. *Energy*, *106*, 774–789. https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.118

Dalton, G. J., Lockington, D. A., & Baldock, T. E. (2009a). Case study feasibility analysis of renewable energy supply options for small to medium-sized tourist accommodations. *Renewable Energy*, *34*(4), 1134–1144. https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.06.018

Dalton, G. J., Lockington, D. A., & Baldock, T. E. (2009b). Feasibility analysis of renewable energy supply options for a grid-connected large hotel. *Renewable Energy*, *34*(4), 955–964. https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.08.012

Dokhani, S., Assadi, M., & Pollet, B. G. (2023). Techno-economic assessment of hydrogen production from seawater. *International Journal of Hydrogen Energy*, *48*(26), 9592–9608. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.11.200

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Duman, A. C., & Güler, Ö. (2018). Techno-economic analysis of off-grid PV/wind/fuel cell hybrid system combinations with a comparison of regularly and seasonally occupied households. *Sustainable Cities and Society*, *42*, 107–126. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.06.029

Esteves, N. B., Sigal, A., Leiva, E. P. M., Rodríguez, C. R., Cavalcante, F. S. A., & de Lima, L. C. (2015). Wind and solar hydrogen for the potential production of ammonia in the state of Ceará – Brazil. *International Journal of Hydrogen Energy*, *40*(32), 9917–9923. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.06.044

Fazelpour, F., Soltani, N., & Rosen, M. A. (2016). Economic analysis of standalone hybrid energy systems for application in Tehran, Iran. *International Journal of Hydrogen Energy*, *41*(19), 7732–7743. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.01.113

Gallo, M. A., & García Clúa, J. G. (2023). Sizing and analytical optimization of an alkaline water electrolyzer powered by a grid-assisted wind turbine to minimize grid power exchange. *Renewable Energy*, *216*, 118990. https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.118990

Geovanni, H. G., Orlando, L. D., Rafael, P. D., Alberto, S. J., & Sebastian, P. J. (2010). Analysis of the current methods used to size a wind/hydrogen/fuel cell-integrated system: A new perspective. *International Journal of Energy Research*, *34*(12), 1042–1051. https://doi.org/10.1002/er.1626

Ghazinoory, S., Ameri, F., & Farnoodi, S. (2013). An application of the text mining approach to select technology centers of excellence. *Technological Forecasting and Social Change*, *80*(5), 918–931. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.001

Gökçek, M., & Kale, C. (2018a). Optimal design of a Hydrogen Refuelling Station (HRFS) powered by Hybrid Power System. *Energy Conversion and Management*, *161*, 215–224. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.02.007

Gökçek, M., & Kale, C. (2018b). Techno-economical evaluation of a hydrogen refuelling station powered by Wind-PV hybrid power system: A case study for İzmir-çeşme. *International Journal of Hydrogen Energy*, *43*(23), 10615–10625. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.01.082

Hoseinzadeh, S., & Astiaso Garcia, D. (2022). Techno-economic assessment of hybrid energy flexibility systems for islands' decarbonization: A case study in Italy. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *51*, 101929. https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101929

Iqbal, W., Yumei, H., Abbas, Q., Hafeez, M., Mohsin, M., Fatima, A., Jamali, M., Jamali, M., Siyal, A., & Sohail, N. (2019). Assessment of Wind Energy Potential for the Production of Renewable Hydrogen in Sindh Province of Pakistan. *Processes*, *7*(4), 196. https://doi.org/10.3390/pr7040196

Islam, S. M. (2012). Increasing Wind Energy Penetration Level by Using Pumped Hydro Storage in Island Micro-Grid System. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, *3*(1), 9. https://doi.org/10.1186/2251-6832-3-9

Jahangiri, M., Haghani, A., Alidadi Shamsabadi, A., Mostafaeipour, A., & Pomares, L. M. (2019). Feasibility study on the provision of electricity and hydrogen for domestic purposes in the south of Iran using grid-connected renewable energy plants. *Energy Strategy Reviews*, *23*, 23–32. https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.12.003

Jahangiri, M., Shamsabadi, A. A., Mostafaeipour, A., Rezaei, M., Yousefi, Y., & Pomares, L. M. (2020). Using fuzzy MCDM technique to find the best location in Qatar for exploiting wind and solar energy to generate hydrogen and electricity. *International Journal of Hydrogen Energy*, *45*(27), 13862–13875. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.03.101

Jahangiri, M., Soulouknga, M. H., Bardei, F. K., Shamsabadi, A. A., Akinlabi, E. T., Sichilalu, S. M., & Mostafaeipour, A. (2019). Techno-econo-environmental optimal operation of grid-wind-solar electricity generation with hydrogen storage system for domestic scale, case study in Chad. *International Journal of Hydrogen Energy*, *44*(54), 28613–28628. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.09.130

Kakavand, A., Sayadi, S., Tsatsaronis, G., & Behbahaninia, A. (2023). Techno-economic assessment of green hydrogen and ammonia production from wind and solar energy in Iran. *International Journal of Hydrogen Energy*, *48*(38), 14170–14191. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.12.285

Kalinci, Y., Dincer, I., & Hepbasli, A. (2017). Energy and exergy analyses of a hybrid hydrogen energy system: A case study for Bozcaada. *International Journal of Hydrogen Energy*, *42*(4), 2492–2503. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.02.048

Kalinci, Y., Hepbasli, A., & Dincer, I. (2015). Techno-economic analysis of a stand-alone hybrid renewable energy system with hydrogen production and storage options. *International Journal of Hydrogen Energy*, *40*(24), 7652–7664. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.10.147

Kar, S. K., Harichandan, S., & Roy, B. (2022). Bibliometric analysis of the research on hydrogen economy: An analysis of current findings and roadmap ahead. *International Journal of Hydrogen Energy*, *47*(20), 10803–10824. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.01.137

Khan, M. J., & Iqbal, M. T. (2005). Pre-feasibility study of stand-alone hybrid energy systems for applications in Newfoundland. *Renewable Energy*, *30*(6), 835–854. https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.09.001

Khare, V., Nema, S., & Baredar, P. (2016). Optimization of hydrogen based hybrid renewable energy system using HOMER, BB-BC and GAMBIT. *International Journal of Hydrogen Energy*, *41*(38), 16743–16751. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.06.228

Kodicherla, S. P. K., Kan, C., & Nanduri, P. M. B. R. K. (2020). Likelihood of wind energy assisted hydrogen production in three selected stations of Fiji Islands. *International Journal of Ambient Energy*, *41*(7), 823–832. https://doi.org/10.1080/01430750.2018.1492444

Koholé, Y. W., Fohagui, F. C. V., Djiela, R. H. T., & Tchuen, G. (2023). Wind energy potential assessment for co-generation of electricity and hydrogen in the far North region of Cameroon. *Energy Conversion and Management*, *279*, 116765. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116765

Laengle, S., Merigó, J. M., Miranda, J., Słowiński, R., Bomze, I., Borgonovo, E., Dyson, R. G., Oliveira, J. F., & Teunter, R. (2017). Forty years of the European Journal of Operational Research: A bibliometric overview. *European Journal of Operational Research*, *262*(3), 803–816. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.04.027

Li, C., & Zuo, X. (2022). Effects of Hydrogen Storage System and Renewable Energy Sources for Optimal Bidding Strategy in Electricity Market. *Energy Engineering*, *119*(5), 1879–1903. https://doi.org/10.32604/ee.2022.020472

Liponi, A., Frate, G. F., Baccioli, A., Ferrari, L., & Desideri, U. (2022). Impact of wind speed distribution and management strategy on hydrogen production from wind energy. *Energy*, *256*, 124636. https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124636

Luta, D. N., & Raji, A. K. (2018). Decision-making between a grid extension and a rural renewable off-grid system with hydrogen generation. *International Journal of Hydrogen Energy*, *43*(20), 9535–9548. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.04.032

Luta, D. N., & Raji, A. K. (2019). Optimal sizing of hybrid fuel cell-supercapacitor storage system for off-grid renewable applications. *Energy*, *166*, 530–540. https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.070

Machhammer, O., & Janisch, I. (2023). Impact of Weibull Wind Speed Distribution on the Costs of Producing Power-to-X Products. *Chemical Engineering & Technology*, *46*(9), 1935–1949. https://doi.org/10.1002/ceat.202300189

Maleki, A., & Pourfayaz, F. (2015). Sizing of stand-alone photovoltaic/wind/diesel system with battery and fuel cell storage devices by harmony search algorithm. *Journal of Energy Storage*, *2*, 30–42. https://doi.org/10.1016/j.est.2015.05.006

Mohsin, M., Rasheed, A. K., & Saidur, R. (2018). Economic viability and production capacity of wind generated renewable hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, *43*(5), 2621–2630. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.12.113

Mostafaeipour, A., Khayyami, M., Sedaghat, A., Mohammadi, K., Shamshirband, S., Sehati, M.-A., & Gorakifard, E. (2016). Evaluating the wind energy potential for hydrogen production: A case study. *International Journal of Hydrogen Energy*, *41*(15), 6200–6210. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.03.038

Mostafaeipour, A., Rezaei, M., Moftakharzadeh, A., Qolipour, M., & Salimi, M. (2019). Evaluation of hydrogen production by wind energy for agricultural and industrial sectors. *International Journal of Hydrogen Energy*, *44*(16), 7983–7995. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.02.047

Mostofi, F., & Shayeghi, H. (2012). Feasibility and optimal reliable design of renewable hybrid energy system for rural electrification in Iran. *International Journal of Renewable Energy Research*, *2*(4), 574–582.

Ohunakin, O. S., Matthew, O. J., Adaramola, M. S., Atiba, O. E., Adelekan, D. S., Aluko, O. O., Henry, E. U., & Ezekiel, V. U. (2023). Techno-economic assessment of offshore wind energy potential at selected sites in the Gulf of Guinea. *Energy Conversion and Management*, *288*, 117110. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117110

Ramos, V., & Iglesias, G. (2014). Wind Power Viability on a Small Island. *International Journal of Green Energy*, *11*(7), 741–760. https://doi.org/10.1080/15435075.2013.823434

Razmjoo, A., Gakenia Kaigutha, L., Vaziri Rad, M. A., Marzband, M., Davarpanah, A., & Denai, M. (2021). A Technical analysis investigating energy sustainability utilizing reliable renewable energy sources to reduce <math altimg="si1.svg"> <mrow> <msub> <mtext>CO</mtext> <mn>2</mn> </msub> </mrow> </math> emissions in a high potential area. *Renewable Energy*, *164*, 46–57. https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.09.042

Rehman, S., Habib, H. U. R., Wang, S., Buker, M. S., Alhems, L. M., & Al Garni, H. Z. (2020). Optimal Design and Model Predictive Control of Standalone HRES: A Real Case Study for Residential Demand Side Management. *IEEE Access*, *8*, 29767–29814. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2972302

Rezaei, M., Dampage, U., Das, B. K., Nasif, O., Borowski, P. F., & Mohamed, M. A. (2021). Investigating the Impact of Economic Uncertainty on Optimal Sizing of Grid-Independent Hybrid Renewable Energy Systems. *Processes*, *9*(8), 1468. https://doi.org/10.3390/pr9081468

Rezaei, M., Khalilpour, K. R., & Jahangiri, M. (2020). Multi-criteria location identification for wind/solar based hydrogen generation: The case of capital cities of a developing country. *International Journal of Hydrogen Energy*, *45*(58), 33151–33168. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.09.138

Rezaei, M., Mostafaeipour, A., Jafari, N., Naghdi-Khozani, N., & Moftakharzadeh, A. (2020). Wind and solar energy utilization for seawater desalination and hydrogen production in the coastal areas of southern Iran. *Journal of Engineering, Design and Technology*, *18*(6), 1951–1969. https://doi.org/10.1108/JEDT-06-2019-0154

Rezaei, M., Mostafaeipour, A., Qolipour, M., & Arabnia, H.-R. (2018). Hydrogen production using wind energy from sea water: A case study on Southern and Northern coasts of Iran. *Energy and Environment*, *29*(3), 333–357. https://doi.org/10.1177/0958305X17750052

Rezaei, M., Mostafaeipour, A., Qolipour, M., & Momeni, M. (2019). Energy supply for water electrolysis systems using wind and solar energy to produce hydrogen: a case study of Iran. *Frontiers in Energy*, *13*(3), 539–550. https://doi.org/10.1007/s11708-019-0635-x

Saenz-Aguirre, A., Fernandez-Gamiz, U., Zulueta, E., Aramendia, I., & Teso-Fz-Betono, D. (2022). Flow control based 5 MW wind turbine enhanced energy production for hydrogen generation cost reduction. *International Journal of Hydrogen Energy*, *47*(11), 7049–7061. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.01.022

Sedaghat, A., Mostafaeipour, A., Rezaei, M., Jahangiri, M., & Mehrabi, A. (2020). A new semi-empirical wind turbine capacity factor for maximizing annual electricity and hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*, *45*(32), 15888–15903. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.04.028

Siyal, S. H., Mentis, D., & Howells, M. (2015). Economic analysis of standalone wind-powered hydrogen refueling stations for road transport at selected sites in Sweden. *International Journal of Hydrogen Energy*, *40*(32), 9855–9865. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.05.021

Song, H., Guo, H., Wang, Y., Lao, J., Zhu, H., Tang, L., & Liu, X. (2021). A novel hybrid energy system for hydrogen production and storage in a depleted oil reservoir. *International Journal of Hydrogen Energy*, *46*(34), 18020–18031. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.09.081

Stojkovic, S., & Bakic, V. (2016). Techno-economic analysis of stand-alone photovoltaic/wind/battery/hydrogen systems for very small-scale applications. *Thermal Science*, *20*(suppl. 1), 261–273. https://doi.org/10.2298/TSCI150308195S

Tribioli, L., Cozzolino, R., Evangelisti, L., & Bella, G. (2016). Energy Management of an Off-Grid Hybrid Power Plant with Multiple Energy Storage Systems. *Energies*, *9*(8), 661. https://doi.org/10.3390/en9080661

Türkay, B. E., & Telli, A. Y. (2011). Economic analysis of standalone and grid connected hybrid energy systems. *Renewable Energy*, *36*(7), 1931–1943. https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.12.007

Türkay, B., & Telli, A. Y. (2011). An economic analysis of grid-connected hybrid energy systems. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, *6*(3), 228–241. https://doi.org/10.1080/15567241003614529

Turkdogan, S. (2021). Design and optimization of a solely renewable based hybrid energy system for residential electrical load and fuel cell electric vehicle. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, *24*(2), 397–404. https://doi.org/10.1016/j.jestch.2020.08.017

Yazdani, H., Baneshi, M., & Yaghoubi, M. (2023). Techno-economic and environmental design of hybrid energy systems using multi-objective optimization and multi-criteria decision making methods. *Energy Conversion and Management*, *282*, 116873. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116873