



Barreiras à difusão de energias renováveis: uma análise bibliométrica

Barriers to the diffusion of renewable energies: a bibliometric analysis

Anny Key de Souza Mendonça, Doutora em Engenharia de Produção, PPGE/UFSC

anny.mendonca@posgrad.ufsc.br

Thais Guerra Braga, Doutoranda em Engenharia de Produção, PPGE/UFSC

thais.braga@posgrad.ufsc.br

Gabriel De Andrade Conradi Barni, Doutorando em Engenharia de Produção, PPGE/UFSC

barni.gabriel@posgrad.ufsc.br

Luiza de Barros Zamparetti, Graduanda em Engenharia de Controle e Automação, DAS/UFSC

lzamparetti@gmail.com

Antonio Cezar Bornia, Doutor em Engenharia de Produção, PPGE/UFSC

cezar.bornia@ufsc.br

Resumo

Este artigo faz uma análise do estado da arte das pesquisas em gestão estratégica de mercado para a difusão de energias renováveis, a partir de um estudo bibliométrico de artigos publicados nos últimos 5 anos, com objetivo de identificar as pesquisas que abordam o tema e os tipos de barreiras existentes para a inserção de tecnologias de energias renováveis no mercado. Os resultados são discutidos e quantificados sob as seguintes perspectivas: identificando os principais autores, a distribuição cronológica de países e instituições de pesquisa, bem como, as principais palavras-chave do autor. Verifica-se que nos últimos anos, as pesquisas em gestão estratégica de mercado para a difusão de energias renováveis aumentou, mas que, apesar dos incentivos governamentais para a sua difusão, identificou-se barreiras que tem dificultado a sua implantação e ampliação.

Palavras-chave: Energia renovável; Nicho; Cidades; Países; Barreiras.

Abstract

This article analyzes the state of the art of strategic market management research for the diffusion of renewable energies, based on a bibliometric study of articles published in the last 5 years, aiming to identify researches that address the theme and the types. barriers to the inclusion of renewable energy technologies in the market. The results are discussed and quantified from the following perspectives: identifying the main authors, the chronological distribution of countries and research institutions, as well as the main keywords of the author. In recent years, research on strategic market management for the diffusion of renewable energy has increased, but despite the governmental incentives for its diffusion, barriers have been identified that have hindered its implementation and expansion.

Keywords: Renewable energy; Niche; City; Countries; Barriers.

1. Introdução

Temas importantes relacionados com o bem estar social têm sido discutidos, e entre eles a matriz energética mundial tem recebido atenção especial. A energia é fundamental para o desenvolvimento social e econômico de um país, e de fato, para toda a vida. De acordo com Karakaya e Sriwannawit (2015), a eletricidade tornou-se o tipo preferido de energia no mundo moderno. Sendo essencial para a redução da pobreza, o crescimento econômico e para a melhoria da qualidade de vida da população (Moro, et al., 2019). A demanda por eletricidade cresceu, e em nível global, a porcentagem de pessoas com acesso a eletricidade tem aumentado, passando de 71% em 1990 para 87% em 2016 (RITCHIE e ROSER, 2019). Esses dados mostram que 13% da população mundial ainda vivem sem eletricidade, e que o processo para alcançar a meta de acesso universal à eletricidade moderna até 2030 está ocorrendo lentamente, principalmente para alguns países Africanos como mostra a Figura 1.

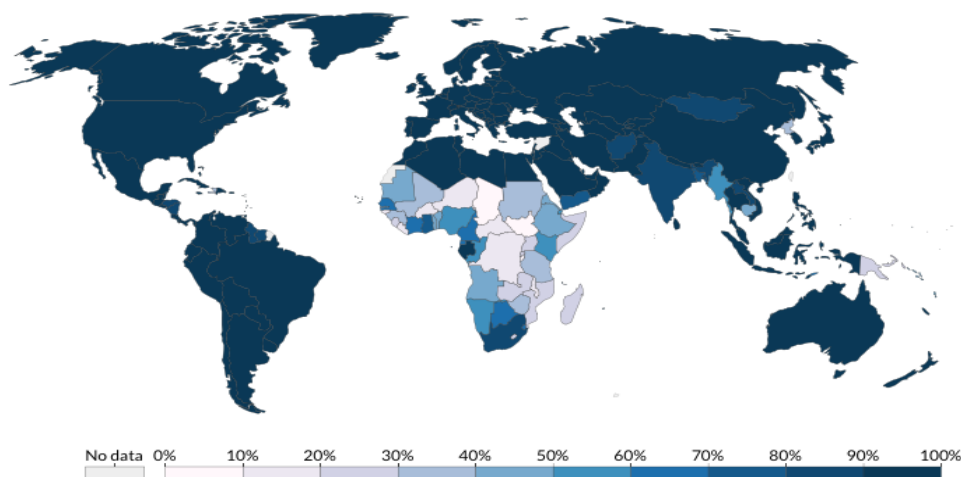


Figura 1: Proporção da população com acesso à eletricidade em 2016.
Fonte: (Ritchie & Roser, 2019).

Garantir que toda a população tenha acesso à eletricidade é essencial e um desafio (BANK, 2017). No entanto, o mundo precisa ampliar o acesso a eletricidade e também fazer a transição de um sistema energético predominado por combustíveis fósseis para fontes renováveis, devido ao impacto ambiental e ao esgotamento das reservas de combustíveis fósseis.

Gerar eletricidade a partir de fontes renováveis como, por exemplo, a energia hidroelétrica, eólica, solar fotovoltaica, biomassa, geotérmica e a energia de marés, tem sido um desafio e o objetivo de muitos países. Essas fontes possuem ampla disponibilidade e sua utilização para a geração de energia não produz poluição por queima de combustíveis fósseis, emissões de gases de efeito estufa ou radiação, como ocorre, por exemplo, nas usinas termelétricas e nucleares. Para isso, políticas globais de energias ligadas a implantação de tecnologias de energias renováveis estão sendo adotadas.

Ao analisar o comportamento do setor energético nos países mais desenvolvidos, as principais tendências do mercado estão claras: geração de energia limpa e renovável, redes elétricas inteligentes, armazenamento de energia, mobilidade elétrica, geração distribuída, inovação em tecnologia e processos, bem como maior poder de escolha sobre o



fornecimento de energia e de serviço, que lhe tragam benefícios tangíveis, como redução de custo, melhor serviço e informação.

Mundialmente, o setor energético está em constante mudança. A sociedade se tornou mais exigente em relação ao desenvolvimento sustentável das atividades econômicas. No Brasil, um país em desenvolvimento, o setor energético têm demonstrado que a melhor estratégia para garantir confiabilidade e segurança energética no cenário nacional, seria a diversificação da sua matriz elétrica.

De acordo com Schmehl (2018), o desenvolvimento tecnológico de sistemas com fontes renováveis estão bem avançados em várias partes do mundo, muitas pessoas trabalham com sucesso em tópicos que variam desde a modelagem e otimização de sistemas até as questões práticas relacionadas ao design e implementação e suas implicações econômicas.

Segundo Ortt (2010), sistemas de tecnologia radicalmente novos, como os sistemas de geração de energias renováveis, enfrentam sérios problemas. Em geral, ficam muito tempo na fase de pesquisa e desenvolvimento (P&D), demorando muito tempo para começar a difusão em larga escala. Essa informação é verdadeira quando se trata de sistemas de energias renováveis, como a energia de biomassa (ELMUSTAPHA et al., 2018; TANI, 2018), energia geotérmica (DIENNA Jr., 2016), energia solar (ELMUSTAPHA et al., 2018), energia eólica *onshore* (BAUKNECHT, BRUNEKREEFT e MEYER, 2013) e a energia eólica *offshore* (DEDECCA, HAKVOORT e ORTT, 2016).

De acordo com Curtius (2018), a difusão e adoção de novas tecnologias de fontes renováveis têm sido de grande interesse para cientistas e pesquisadores de diferentes disciplinas. Uma justificativa para o intervalo de tempo entre a invenção e a difusão em larga escala de uma tecnologia, pode ser encontrada observando as barreiras (DEDECCA et al., 2016). Muitas barreiras precisam ser enfrentadas antes que a difusão em grande escala seja possível. Segundo Ortt, Langley e Pals (2013) uma maneira de lidar com essas barreiras é primeiro introduzir o produto em uma pequena parte do mercado, um nicho de mercado.

Este trabalho faz uma análise do estado da arte das pesquisas em gestão estratégica de mercado para a difusão de energias renováveis, a partir de um estudo bibliométrico de artigos publicados nos últimos 5 anos, com objetivo de identificar as pesquisas que abordam o tema e os tipos de barreiras existentes para a inserção de tecnologias de energias renováveis no mercado.

2. Procedimentos metodológicos

Com o intuito de conduzir uma bibliometria referente a publicações que abordem barreiras e desafios para inserção de produtos relacionados a energias renováveis em diferentes localidades, esta pesquisa foi conduzida por meio de três etapas:

- A. Explorar a bibliografia;
- B. Definir as estratégias e efetuar a busca;
- C. Analisar os dados.

A etapa de exploração da bibliografia consistiu em ler diferentes artigos científicos relacionados a energias renováveis, a fim dos pesquisadores se apropriarem do tema. Esta



foi considerada uma maneira de sustentar a tomada de decisão estratégica para efetuar a busca das referências.

Dessa maneira, a definição do termo de busca para efetuar a revisão bibliográfica foi realizada após análise exploratória das publicações científicas que se enquadram na temática desta pesquisa. A busca foi realizada em outubro de 2019, com o termo ("renewable* energ*") AND (niche OR city OR cities OR countr*), que deveria constar no título ou resumo ou palavras chave das referências pesquisadas e o termo (barrier* OR constraint* OR challenge*), que deveria estar presente exclusivamente no título das referências. Portanto, em síntese, o termo de busca utilizado foi: (TS=((("renewable* energ*") AND (niche OR city OR cities OR countr*)) AND TI=(barrier* OR constraint* OR challenge*))).

As bases de dados utilizadas nesta pesquisa foram a *Scopus* e *Web of Science*, considerando suas referências de 2015 a 2019. As bases *Scopus* e *Web of Science* foram selecionadas pela presença, em ambas, de documentos relacionados à sustentabilidade e gestão. Após a busca, a primeira resultou em 204 referências, enquanto a segunda, 276. As referências foram importadas no *software Mendeley*, que permitiu a exclusão de 147 referências duplicadas, resultando em 333. Construir o termo de busca, selecionar as bases de dados e importar as referências para o Mendeley foram as ações que compuseram a segunda etapa da pesquisa.

Assim, dessas 333 referências, foram analisados o título e resumo, ações da terceira etapa de pesquisa. O método de seleção das referências adotado foi definido como referências que apresentam barreiras ou desafios para a inserção de energias renováveis em determinada localidade como um dos objetivos do manuscrito. Após a seleção, restaram 48 referências para compor o portfólio bibliométrico. Os resultados de pesquisa foram conduzidos com o software R, por meio do pacote bibliometrix (ARIA e CUCCURULLO, 2017), gerando estatísticas descritivas que sustentaram a análise. A seção seguinte apresenta os resultados obtidos, assim como as discussões de pesquisa.

3. Resultados e Discussão

Por meio do método descrito na seção anterior, foram extraídas análises de 48 referências que formam o portfólio bibliográfico (PB), e que são apresentadas na Tabela 1, contemplando o título, nome dos autores e ano de publicação.

Tabela 1: Lista dos artigos do portfólio bibliográfico.

Autores	Títulos	Ano
Sato et al.	A challenge for sustainable electrification, respecting the local tradition in ciptagelar village, west java, indonesia: complementary approach with a private company	2017
Manaf et al.	A review for key challenges of the development of biodiesel industry	2019
Shah e Solangi	A sustainable solution for electricity crisis in pakistan: opportunities, barriers, and policy implications for 100% renewable energy	2019
Ma, Yu, e Zhang	An analysis on barriers to biomass and bioenergy development in rural China using intuitionistic fuzzy cognitive map	2019
Ghimire e Kim	An analysis on barriers to renewable energy development in the context of Nepal using ahp	2018
How et al.	An outlook of malaysian biomass industry commercialisation: perspectives and challenges	2019



Morales et al.	An overview of small hydropower plants in Colombia: status, potential, barriers and perspectives	2015
Shah, Solangi, e Ikram	Analysis of barriers to the adoption of cleaner energy technologies in Pakistan using modified delphi and fuzzy analytical hierarchy process	2019
Thapar, Sharma, e Verma	Analysis of factors impacting wind and solar sectors challenges to sustainable development (four country study)	2019
Garcia	Analysis of non-economic barriers for the deployment of hydrogen technologies and infrastructures in european countries	2017
Saculsan	Analysis of the constraints in the renewable energy sector within a multi-level energy transition perspective (mlp): the case of the Philippines	2018
Rupf, Bahri, de Boer, e McHenry	Barriers and opportunities of biogas dissemination in sub-saharan africa and lessons learned from Rwanda, Tanzania, China, India, and Nepal	2015
Chakraborty, Sadhu, e Goswami	Barriers in the advancement of solar energy in developing countries like india	2016
(Wyllie, Essah, e Ofetotse	Barriers of solar energy uptake and the potential for mitigation solutions in Barbados	2018
Sukamongkol	Barriers of the solar pv rooftop promoting in Thailand	2017
Ullah, Raza, e Mirza	Barriers to hydro-power resource utilization in Pakistan: a mixed approach	2019
Farkat, Jamil, Joao, e Jose	Barriers to onshore wind farm implementation in Brazil	2019
Karakaya e Sriwannawit	Barriers to the adoption of photovoltaic systems: the state of the art	2015
Fenton e Kanda	Barriers to the diffusion of renewable energy: studies of biogas for transport in two european cities	2017
Desgain e Haselip	Barriers to the transfer of low-carbon electricity generation technologies in four latin american countries	2015
Seetharaman et al.	Breaking barriers in deployment of renewable energy	2019
dos Santos Carstens e da Cunha	Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil	2019
Günther	Challenges of a 100 % renewable energy supply in the java-bali grid	2018
Mokhtar	Challenges of retrofitting affordable housing to net-zero carbon in the united arab emirates	2019
Khan e Khan	Current barriers to renewable energy development in Trinidad and Tobago	2017
Olowu et al.	Future challenges and mitigation methods for high photovoltaic penetration: a survey	2018
Arshad e O'Kelly	Global status of wind power generation: theory, practice, and challenges	2019
Anantharajah	Governing climate finance in Fiji: barriers, complexity and interconnectedness	2019
Zohuri	Hydrogen energy: challenges and solutions for a cleaner future	2018
Sindhu, Nehra, e Luthra	Identification and analysis of barriers in implementation of solar energy in indian rural sector using integrated ism and fuzzy micmac approach	2016
Okafor e Martins	Institutional stakeholder perceptions of barriers to green it policy in Nigeria	2017
Suresh e Gowri Manohar	Integration of renewable energy sources to indian grid: issues and challenges-a review	2016
Karatayev e Hall	Integration of wind and solar power in Kazakhstan: incentives and barriers	2017
Cheraghi, Choobchain, e Abbasi	Investigation of entrepreneurship development barriers in the field of renewable energies technologies in developing countries: a case of Iran	2019
Linnerud e Holden	Investment barriers under a renewable-electricity support scheme: differences across investor types	2015
Nasirov, Silva, e Agostini	Investors' perspectives on barriers to the deployment of renewable energy sources in Chile	2015



Murombo	Legal and policy barriers to renewable and sustainable energy sources in South Africa	2016
Polzin	Mobilizing private finance for low-carbon innovation - a systematic review of barriers and solutions	2017
Granoff, Hogarth, e Miller	Nested barriers to low-carbon infrastructure investment	2016
Ochonogor e Egbue	Renewable energy adoption: analysis of barriers and opportunities in Nigeria	2017
Jamil, Ahmad, e Jeon	Renewable energy technologies adopted by the UAE: prospects and challenges - a comprehensive overview	2016
Karatayev et al.	Renewable energy technology uptake in Kazakhstan: policy drivers and barriers in a transitional economy	2016
Yaqoot, Diwan, e Kandpal	Review of barriers to the dissemination of decentralized renewable energy systems	2016
Rezaee, Yousefi e Hayati	Root barriers management in development of renewable energy resources in Iran: an interpretative structural modeling approach	2019
Quansah, Adaramola e Mensah	Solar photovoltaics in sub-saharan Africa - addressing barriers, unlocking potential	2016
Haas et al.	Sunset or sunrise? Understanding the barriers and options for the massive deployment of solar technologies in Chile	2018
Hung, Shah e Mithulananthan	Technical challenges, security and risk in grid integration of renewable energy	2016
Curtius	The adoption of building-integrated photovoltaics: barriers and facilitators	2018

Os 48 documentos científicos foram escritos, na maioria, em língua inglesa, por 167 autores e coautores, sendo que 11 artigos foram produzidos por apenas um autor. Contam com 369 palavras-chave, foram produzidos por 73 diferentes instituições, sendo que 7 são empresas privadas ou governamentais, em 29 Países e publicados em 32 periódicos, anais de eventos ou livros.

A Figura 2 apresenta um gráfico com o número de artigos produzidos por ano, observa-se retas crescentes entre os ano de 2015 e 2016 e entre 2018 e 2019, este último período com uma maior inclinação, indicando um grande aumento na produção. Entre os anos de 2016 e 2018 houve uma pequena diminuição no número de artigos publicados, de 10 artigos, em 2016 para 8 artigos, em 2018.

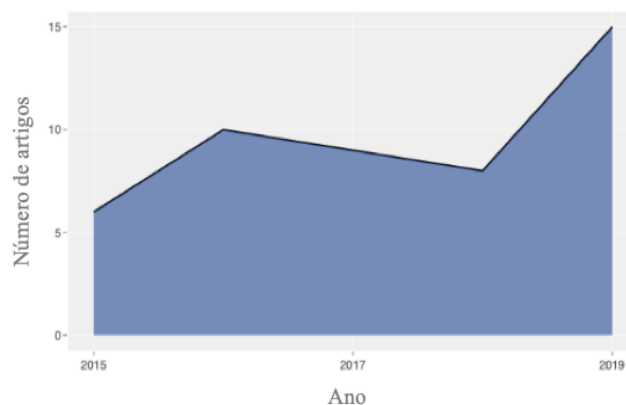


Figura 2: Número de artigos publicados por ano.

A Figura 3 apresenta os 9 países com mais de um artigo publicado no PB cujo autor principal tem o país como endereço de correspondência. A cor rosa no gráfico indica

artigos que foram publicados entre pesquisadores de vários países em conjunto, e a cor azul, artigos publicados por pesquisadores de um mesmo país. Os artigos do PB têm em sua maioria autores principais do Reino Unido, com 14 artigos publicados, sendo que 6 artigos foram produzidos em colaboração com outros países, e 8 artigos apenas com autores do país.

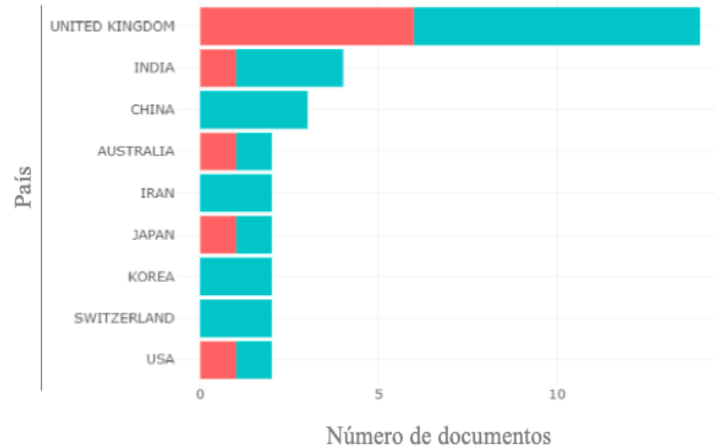


Figura 3: Países do autor principal dos artigos do PB.

O mapa da Figura 4 fornece uma análise complementar ao gráfico da Figura 3. Neste, os países apresentados em cores da escala azul são os que tiveram pelo menos um autor participando da coautoria dos artigos do PB. Na escala quanto mais escuro o tom de azul corresponde a um maior número de autores daquele país sendo autores ou coautores dos trabalhos. Já as linhas em vermelho indicam as correntes de coautoria entre os países.

Nesta análise de número de autores por país, o país com mais autores publicando no tema é a Malásia com 22 autores, seguida da Índia e Reino Unido, ambos com 12 autores cada. Observa-se na Figura 4 uma importante rede de coautoria entre os países europeus, e outra rede formada entre os países asiáticos. O Brasil tem 3 pesquisadores como coautores de artigos cujo autor principal é de Portugal.

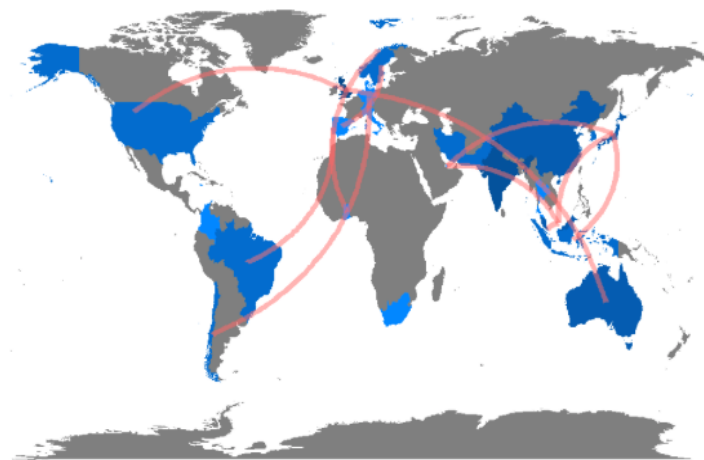


Figura 4: Mapa de colaboração de produção dos artigos entre países.

A análise do número de citações dos artigos é apresentada na Figura 5 na qual estão listados os 20 artigos mais citados do PB. O número de citações de cada artigo foi



verificado no Google Scholar em 25 de novembro de 2019. Dos artigos do PB 6 documentos não tiveram nenhuma citação até o momento do estudo, porém destaca-se que 4 destes foram publicados no ano de 2019.

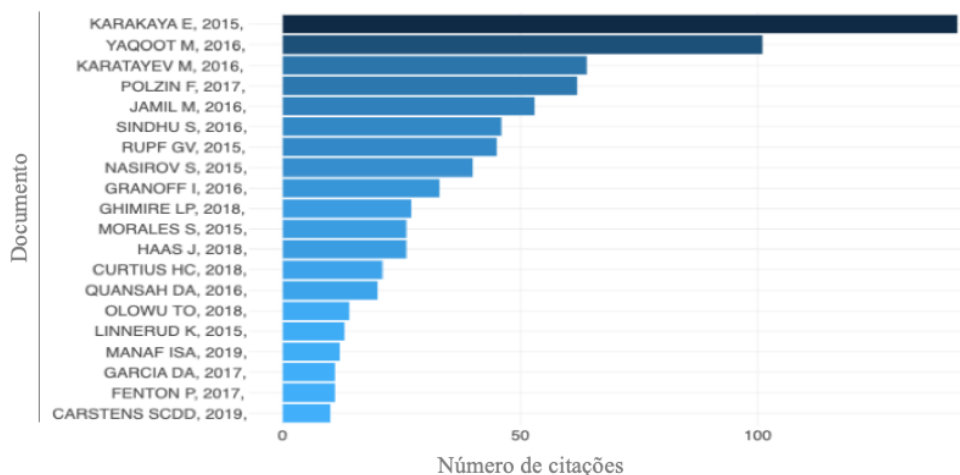


Figura 5: Autores dos artigos científicos mais citados.

Karakaya e Sriwannawit (2015) forneceram no artigo “*Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art*” publicado no periódico *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, uma revisão da literatura sobre as barreiras encontradas para implementação de energia fotovoltaica e apresentaram tais barreiras em 4 grupos denominados: barreiras sócio-técnicas, gerenciais, econômicas e políticas. Estes autores se destacam com 142 citações.

Em 2016 Yaqoot, Diwan e Kandpal (2016) apresentaram no artigo “*Review of barriers to the dissemination of decentralized renewable energy systems*” publicado no período *Renewable & Sustainable Energy Reviews* uma revisão da literatura. Os autores argumentam que os sistemas descentralizados de energia renovável podem enfrentar uma série de barreiras técnicas, econômicas, institucionais, sócio-culturais e ambientais à sua disseminação.

Karatayev et al., (2016) descreveram no artigo “*Renewable energy technology uptake in Kazakhstan: Policy drivers and barriers in a transitional economy*” publicado no período *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, a estratégia nacional de energia de baixo carbono adotada pelo Cazaquistão e implementaram uma metodologia de Processo de Hierarquia Analítica, identificando as barreiras mais significativas à captação de energia renovável no contexto do setor elétrico do país.

Os 48 documentos de literatura científica do PB foram em sua maioria publicados em revistas sob a forma de artigos totalizando 40 documentos científicos, 6 documentos foram publicados em anais de congressos e 2 documentos são capítulos de livros. A Figura 6 mostra os 4 periódicos mais relevantes, isto é, periódicos com mais artigos publicados, de um total de 32 periódicos listados na pesquisa. Com exceção destes 4 periódicos apresentados na Figura 6, todos os outros periódicos presentes no PB tiveram apenas 1 artigo publicado.

O periódico “*Renewable & Sustainable Energy Reviews*” tem 10 artigos publicados, se destacando no PB, seguido do periódico “*Energy policy*” com 5 artigos publicados, “*Energies*” e “*Renewable energy*” com 2 artigos publicados cada.

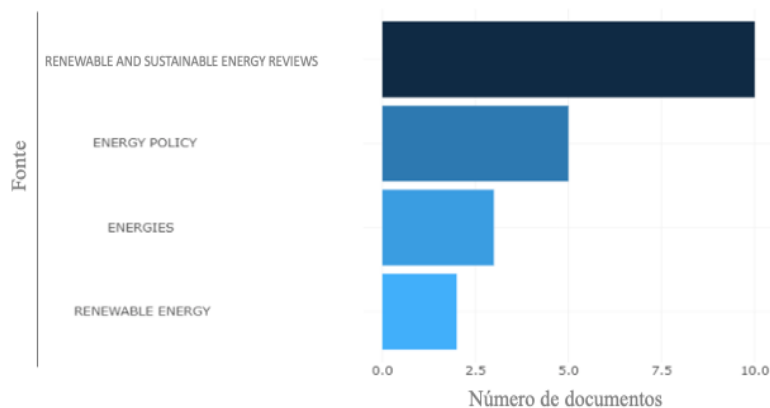


Figura 6: Número de artigos publicados por periódico.

Os 48 documentos foram publicados por 167 autores de 73 instituições de pesquisa em 29 países. Os autores como mostra a Figura 7, em sua maioria possuem apenas um artigo publicado. Esta é uma característica de um tema de pesquisa ainda em fase de desenvolvimento. Destes autores apenas 4 publicaram 2 artigos cada um, sendo o maior número de artigos publicados por um único autor. Como apresentado na Figura 6, Hall, S. e Karatayev. M publicaram 2 artigos em coautoria, sendo 1 artigo no ano de 2016 e um artigo no de 2017. Shah. S e Solangi.Y publicaram 2 artigos no ano de 2019, ambos em coautoria entre os 2 autores.

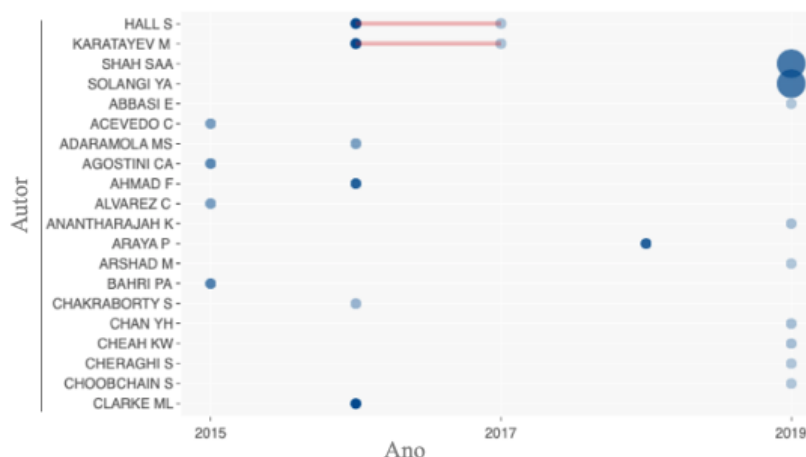


Figura 6: Produção científica por autor.

Stephen Hall é professor e pesquisador no Instituto de Pesquisa em Sustentabilidade na *School of Earth and Environment* na Universidade de *Leeds* no Reino Unido. Tem interesse nos vínculos entre inovação de baixo carbono, economia, energia, mudanças climáticas e sociedade, bem como, no papel das cidades no futuro de baixo carbono.

Marat Karatayev é professor e pesquisador no Instituto de Pesquisa de Tecnologia de Energia na Universidade de Nottingham, Reino Unido. Possui doutorado em Planejamento Urbano, Energético e Ambiental, e seus interesses de pesquisa incluem segurança

energética, uso de recursos, economia de energia, transição pós-carbono, tecnologias de combustíveis limpos e energia, mudanças climáticas e o nexus (Energia-Água-Alimentos).

Por fim, realiza-se uma análise preliminar do conteúdo dos artigos pela avaliação das palavras mais citadas nas palavras-chave e no texto dos resumos. Há um total de 369 palavras listadas pelos autores como palavras-chave, sendo que “renewable energy” ou “renewable energies” no plural foram citadas 27 vezes nos artigos do PB (Figura 7). Outras variações do termo “energias renováveis” também muito citadas nas palavras-chave são em relação aos recursos (12 vezes), tecnologias (5) e setor (3).

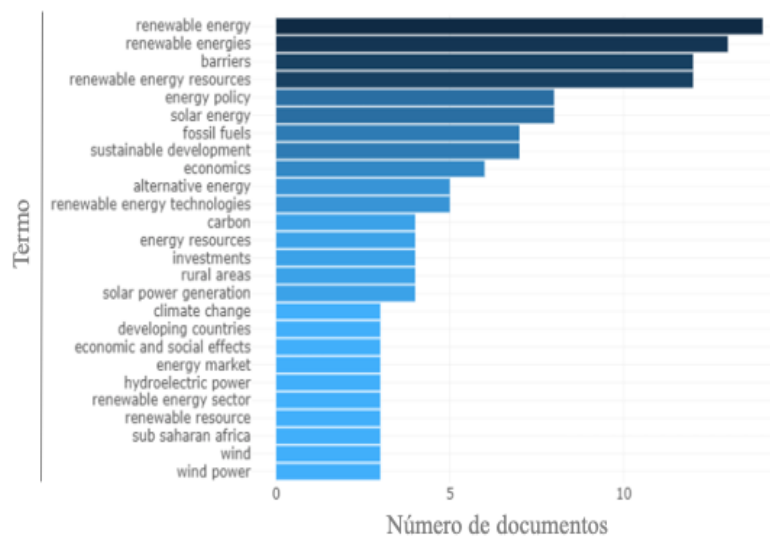


Figura 7: 20 Palavras mais relevantes pelo número de ocorrências nas palavras-chave.

Observa-se ainda na Figura 7 grande destaque dado a alguns tipos específicos de energias renováveis como a energia solar (8), hidroelétrica (3) e eólica (6). Duas palavras de destaque entre as mais citadas são “combustíveis fósseis” (7) e “carbono” (4), e sua importante ocorrência deve-se ao fato de as energias renováveis serem uma alternativa às fósseis, estas mais poluentes. Essa mudança na matriz energética está relacionada com outras palavras de destaque na pesquisa: “desenvolvimento sustentável” (7), “mudanças climáticas” (3).

Ainda na Figura 7 é possível observar a grande presença dos termos “políticas energéticas” (8), “economia” (6), investimento (4), que a priori compreende-se que se relacionam com as barreiras (12) para a adoção das energias renováveis.

A Figura 8 apresenta um gráfico da evolução do número de ocorrências das 10 palavras mais citadas nas palavras-chave. Observa-se que a ocorrência dos termos é crescente entre os anos estudado de 2015 a 2019, com exceção do termo “energia solar” que teve o mesmo número de citações em 2018 e 2019.

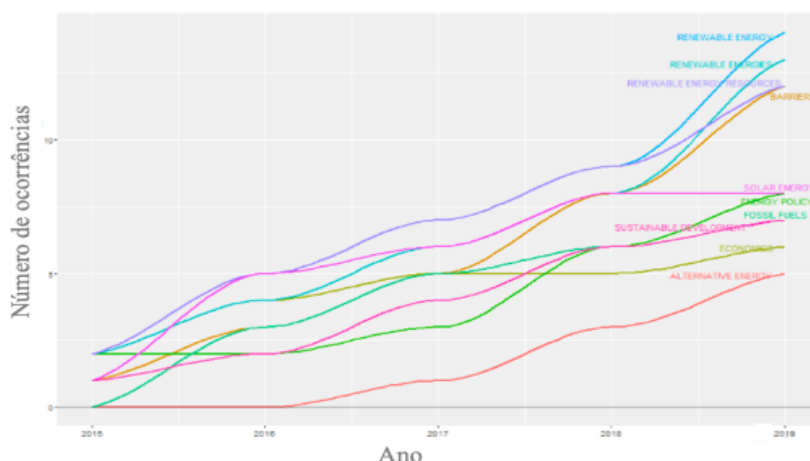


Figura 8: Evolução temporal da ocorrência das palavras-chaves mais citadas.

4. Conclusão

Autores argumentam que as tecnologias de energias renováveis estão sendo cada vez mais utilizadas para cobrir a demanda de eletricidade em muitos países (GÜNTHER, 2018), sendo também um recurso inesgotável (Seetharaman et al., 2019) e de baixo impacto ao meio ambiente (POLZIN, 2017). No entanto, ainda não conseguem competir economicamente com a energia gerada pelos combustíveis fósseis (JAMIL et al., 2016).

Com base em nossa revisão bibliométrica, podemos verificar que as tecnologias de energias renováveis enfrentam várias barreiras para sua difusão. Apesar da conscientização da população sobre as vantagens dos sistemas de energias renováveis, que são acessíveis, sustentáveis e ambientalmente corretos e do seu reconhecimento em nível de políticas energéticas, a difusão de energias renováveis globalmente ainda é limitada.

De acordo com os autores Ghimire e Kim (2018); How et al. (2019); Morales et al. (2015); Murombo (2016); Nasirov et al. (2015); Rupf et al. (2015); Wyllie et al. (2018) as principais barreiras que impedem a sua difusão e a sua expansão, são geralmente inter-relacionadas como barreiras sociotécnica, gerencial, econômica e política. Entretanto, podemos identificar outras barreiras não menos importantes tais como, barreiras de capacidade humana e institucional. No entanto, são as barreiras financeiras e econômicas que restringem os incentivos ao investimento em tecnologias de energias renováveis.

Referências

- Anantharajah, K. (2019). Governing climate finance in Fiji: Barriers, complexity and interconnectedness. *Sustainability (Switzerland)*, 11(12). doi:10.3390/SU11123414
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Arshad, M., & O’Kelly, B. (2019). Global status of wind power generation: theory, practice, and challenges. *International Journal of Green Energy*, 16(14), 1073-1090. doi:10.1080/15435075.2019.1597369
- BANK, W. (2017). “Global Tracking Framework 2017: Progress Towards Sustainable Energy” (April), World Bank, Washington, DC. Doi: 10.1596/978-1-4648-1084-8 License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO.
- Bauknecht, D., Brunekreeft, G., & Meyer, R. (2013). From niche to mainstream: The evolution of renewable energy in the German electricity market *Evolution of Global Electricity Markets* (pp. 169-198): Elsevier.



- Chakraborty, S., Sadhu, P., & Goswami, U. (2016). Barriers in the advancement of solar energy in developing countries like India. *Problemy Ekorozwoju-Problems Of Sustainable Development*, 11(2), 75-80.
- Cheraghi, S., Choobchain, S., & Abbasi, E. (2019). Investigation of entrepreneurship development barriers in the field of renewable energies technologies in developing countries: A case of Iran. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(3), 160-170.
- Curtius, H. C. (2018). The adoption of building-integrated photovoltaics: barriers and facilitators. *Renewable Energy*, 126, 783-790. doi:10.1016/j.renene.2018.04.001
- Dedecca, J. G., Hakvoort, R. A., & Ortt, J. R. (2016). Market strategies for offshore wind in Europe: A development and diffusion perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 286-296.
- Desgain, D., & Haselip, J. (2015). Barriers to the Transfer of Low-carbon Electricity Generation Technologies in Four Latin American Countries. *Energy Sources Part B-Economics Planning And Policy*, 10(4), 348-360. doi:10.1080/15567249.2014.922136
- DiEnna Jr., J. P. (2016). Geothermal heat pumps - more than a niche. Paper presented at the Green Energy Times.
- dos Santos Carstens, D. D., & da Cunha, S. K. (2019). Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. *Energy Policy*, 125, 396-404. doi:10.1016/j.enpol.2018.10.063
- Elmustapha, H., Hoppe, T., & Bressers, H. (2018). Comparing two pathways of strategic niche management in a developing economy; the cases of solar photovoltaic and solar thermal energy market development in Lebanon. *Journal of Cleaner Production*, 186, 155-167.
- Farkat, D., Jamil, R. C., Joao, R., & Jose, C. (2019). Barriers to onshore wind farm implementation in Brazil. *Energy Policy*, 128, 253-266. doi:10.1016/j.enpol.2018.12.062
- Fenton, P., & Kanda, W. (2017). Barriers to the diffusion of renewable energy: studies of biogas for transport in two European cities. *Journal of Environmental Planning and Management*, 60(4), 725-742. doi:10.1080/09640568.2016.1176557
- Garcia, D. A. (2017). Analysis of non-economic barriers for the deployment of hydrogen technologies and infrastructures in European countries. *International Journal Of Hydrogen Energy*, 42(10), 6435-6447. doi:10.1016/j.ijhydene.2017.01.201
- Ghimire, L. P., & Kim, Y. (2018). An analysis on barriers to renewable energy development in the context of Nepal using AHP. *Renewable Energy*, 129, 446-456. doi:10.1016/j.renene.2018.06.011
- Granoff, I., Hogarth, J. R., & Miller, A. (2016). Nested barriers to low-carbon infrastructure investment. *Nature Climate Change*, 6(12), 1065-1071. doi:10.1038/nclimate3142
- Günther, M. (2018). Challenges of a 100% renewable energy supply in the Java-Bali grid. *International Journal of Technology*, 9(2), 257-266. doi:10.14716/ijtech.v9i2.1027
- Haas, J., Palma-Behnke, R., Valencia, F., Araya, P., Diaz-Ferran, G., Telsnig, T., . . . Jimenez-Estevez, G. (2018). Sunset or sunrise? Understanding the barriers and options for the massive deployment of solar technologies in Chile. *Energy Policy*, 112, 399-414. doi:10.1016/j.enpol.2017.10.001
- How, B. S., Ngan, S. L., Hong, B. H., Lam, H. L., Ng, W. P. Q., Yusup, S., . . . Rambli, J. (2019). An outlook of Malaysian biomass industry commercialisation: Perspectives and challenges. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 113. doi:10.1016/j.rser.2019.109277
- Hung, D. Q., Shah, M. R., & Mithulananthan, N. (2016). *Technical challenges, security and risk in grid integration of renewable energy* (Vol. 57, pp. 99-118). The University of Queensland, Brisbane, QLD 4072, Australia: Springer International Publishing.
- Jamil, M., Ahmad, F., & Jeon, Y. J. (2016). Renewable energy technologies adopted by the UAE: Prospects and challenges - A comprehensive overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1181-1194. doi:10.1016/j.rser.2015.05.087
- Karakaya, E., & Sriwannawit, P. (2015). Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 49, 60-66. doi:10.1016/j.rser.2015.04.058
- Karatayev, M., & Hall, S. (2017). *Integration of wind and solar power in Kazakhstan: Incentives and barriers* (pp. 65-89). School of Geography, University of Nottingham, United Kingdom: Taylor and Francis.
- Karatayev, M., Hall, S., Kalyuzhnova, Y., & Clarke, M. L. (2016). Renewable energy technology uptake in Kazakhstan: Policy drivers and barriers in a transitional economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 120-136. doi:10.1016/j.rser.2016.07.057



- Khan, Z., & Khan, A. A. (2017). Current Barriers to Renewable Energy Development In Trinidad and Tobago. *Strategic Planning for Energy and the Environment*, 36(4), 8-23. doi:10.1080/10485236.2017.11863769
- Linnerud, K., & Holden, E. (2015). Investment barriers under a renewable-electricity support scheme: Differences across investor types. *Energy*, 87, 699-709. doi:10.1016/j.energy.2015.05.048
- Ma, L., Yu, J., & Zhang, L. (2019). An analysis on barriers to biomass and bioenergy development in rural China using intuitionistic fuzzy cognitive map. *Energies*, 12(9). doi:10.3390/en12091598
- Manaf, I. S. A., Embong, N. H., Khazaai, S. N. M., Rahim, M. H. A., Yusoff, M. M., Lee, K. T., & Maniam, G. P. (2019). A review for key challenges of the development of biodiesel industry. *Energy Conversion and Management*, 185, 508-517. doi:10.1016/j.enconman.2019.02.019
- Mokhtar, A. (2019). Challenges of retrofitting affordable housing to net-zero carbon in the United Arab Emirates, American University of Sharjah, Sharjah, United Arab Emirates.
- Morales, S., Álvarez, C., Acevedo, C., Diaz, C., Rodriguez, M., & Pacheco, L. (2015). An overview of small hydropower plants in Colombia: Status, potential, barriers and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 1650-1657. doi:10.1016/j.rser.2015.06.026
- Moro, M. F., Mendonça, A. K. d. S., Barni, G. d. A. C., & Bornia, A. C. (2019). Transformação global da energia: A participação das energias renováveis na matriz elétrica das 50 maiores economias. *MIX Sustentável*, 5(4), 115-123.
- Murombo, T. (2016). Legal and policy barriers to renewable and sustainable energy sources in South Africa. *Journal of World Energy Law and Business*, 9(2), 142-165. doi:10.1093/jwelb/jww001
- Nasirov, S., Silva, C., & Agostini, C. A. (2015). Investors' perspectives on barriers to the deployment of renewable energy sources in Chile. *Energies*, 8(5), 3794-3814. doi:10.3390/en8053794
- Ochonogor, M., & Egbue, O. (2017). Renewable energy adoption: Analysis of barriers and opportunities in Nigeria, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Minnesota, Duluth, MN 55812, United States.
- Okafor, A. O., & Martins, J. T. (2017). Institutional stakeholder perceptions of barriers to Green IT policy in Nigeria. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 16(1), 71-95. doi:10.1386/tmsd.16.1.71_1
- Olowu, T. O., Sundararajan, A., Moghaddami, M., & Sarwat, A. I. (2018). Future Challenges and Mitigation Methods for High Photovoltaic Penetration: A Survey. *Energies*, 11(7). doi:10.3390/en11071782
- Ortt, J. R. (2010). Understanding the pre-diffusion phases. Gaining momentum managing the diffusion of innovations, 47-80.
- Ortt, J. R., Langley, D. J., & Pals, N. (2013). Ten niche strategies to commercialize new high-tech products. Paper presented at the 2013 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE) & IEEE International Technology Management Conference.
- Polzin, F. (2017). Mobilizing private finance for low-carbon innovation - A systematic review of barriers and solutions. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 77, 525-535. doi:10.1016/j.rser.2017.04.007
- Quansah, D. A., Adaramola, M. S., & Mensah, L. D. (2016). Solar Photovoltaics in Sub-Saharan Africa - Addressing Barriers, Unlocking Potential, Department of Mechanical Engineering, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana.
- Rezaee, M. J., Yousefi, S., & Hayati, J. (2019). Root barriers management in development of renewable energy resources in Iran: An interpretative structural modeling approach. *Energy Policy*, 129, 292-306. doi:10.1016/j.enpol.2019.02.030
- Ritchie, H., & Roser, M. (2019). Access to Energy. Disponível em: <https://ourworldindata.org/energy-access>. Acesso em Dezembro de 2019. Our World in data.
- Rupf, G. V., Bahri, P. A., de Boer, K., & McHenry, M. P. (2015). Barriers and opportunities of biogas dissemination in Sub-Saharan Africa and lessons learned from Rwanda, Tanzania, China, India, and Nepal. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 52, 468-476. doi:10.1016/j.rser.2015.07.107
- Saculsan, P. G. (2018). Analysis of the Constraints in the Renewable Energy Sector within a Multi-level Energy Transition Perspective (MLP): The Case of the Philippines, Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Sato, T., Ide, J., Isa, M. A., Rahadian, F., Fujimoto, T., & Shimatani, Y. (2017). A Challenge for Sustainable Electrification, Respecting the Local Tradition in Ciptagelar Village, West Java, Indonesia: Complementary



Approach with a Private Company, Institute of Decision Science for A Sustainable Society, Kyushu University, Fukuoka, 819-0395, Japan.

Schmehl, R. (2018). Airborne wind energy: advances in technology development and research, cap. Foreword, pp. vii–x: London: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Seetharaman, Krishna, M., Nitin, P., Saravanan, & Yash, G. (2019). Breaking barriers in deployment of renewable energy. *Heliyon*, 5(1). doi:10.1016/j.heliyon.2019.e01166

Shah, S. A. A., & Solangi, Y. A. (2019). A sustainable solution for electricity crisis in Pakistan: opportunities, barriers, and policy implications for 100% renewable energy. *Environmental Science and Pollution Research*. doi:10.1007/s11356-019-06102-0

Shah, S. A. A., Solangi, Y. A., & Ikram, M. (2019). Analysis of barriers to the adoption of cleaner energy technologies in Pakistan using Modified Delphi and Fuzzy Analytical Hierarchy Process. *Journal of Cleaner Production*, 235, 1037-1050. doi:10.1016/j.jclepro.2019.07.020

Sindhu, S., Nehra, V., & Luthra, S. (2016). Identification and analysis of barriers in implementation of solar energy in Indian rural sector using integrated ISM and fuzzy MICMAC approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 70-88. doi:10.1016/j.rser.2016.04.033

Sukamongkol, Y. (2017). Barriers of the solar PV rooftop promoting in Thailand, Energy Engineering Program, Faculty of Engineering, Ramkhamheang University, Bangkok, Thailand.

Suresh, P., & Gowri Manohar, T. (2016). Integration of renewable energy sources to Indian grid: Issues and challenges-A review. *International Journal of Control Theory and Applications*, 9(5), 2241-2247.

Tani, A. (2018). A Strategic Niche Management approach for shaping bio-based economy in Europe. *Open Agriculture*, 3(1), 98-109.

Thapar, S., Sharma, S., & Verma, A. (2019). Analysis of factors impacting wind and solar sectors—Challenges to sustainable development (Four Country Study). *Sustainable Development*, 27(3), 481-511. doi:10.1002/sd.1940

Ullah, K., Raza, M. S., & Mirza, F. M. (2019). Barriers to hydro-power resource utilization in Pakistan: A mixed approach. *ENERGY POLICY*, 132, 723-735. doi:10.1016/j.enpol.2019.06.030

Wyllie, J. O. Y., Essah, E. A., & Ofetotse, E. L. (2018). Barriers of solar energy uptake and the potential for mitigation solutions in Barbados. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 935-949. doi:10.1016/j.rser.2018.04.100

Yaqoot, M., Diwan, P., & Kandpal, T. C. (2016). Review of barriers to the dissemination of decentralized renewable energy systems. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 58, 477-490. doi:10.1016/j.rser.2015.12.224

Zohuri, B. (2018). Hydrogen energy: Challenges and solutions for a cleaner future. Department of Electrical and Computer Engineering, Galaxy Advanced Engineering Inc., University of New Mexico, Albuquerque, NM, United States: Springer International Publishing.