

ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DAS PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EM TELHADOS

ANALYSIS OF THE SCIENTIFIC PRODUCTION OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PLATES ON ROOFS

Daiane Costa Guimarães^a, Flávio Ferreira da Conceição^a, Suzana Leitão Russo^a

^aUniversidade Federal de Sergipe– UFS

dayaned10@hotmail.com, flavio_f10@hotmail.com, suzana.ufs@hotmail.com

Submissão: 15 de março de 2023 Aceitação: 16 de novembro de 2023

Resumo

O crescimento populacional acarreta aumento da demanda de energia, contribuindo para a escassez dos recursos naturais. O uso das fontes de energias renováveis surge como uma solução para amenizar a pressão sobre esses recursos. A opção por um sistema de placas solares fotovoltaicas insere-se numa política estratégica de desenvolvimento sustentável, tendo como principais objetivos a opção de uma solução viável do ponto de vista econômico, bem como do ponto de vista social, com impacto bastante positivo para que as pessoas tenham consciência da necessidade de optar cada vez mais pelas energias renováveis. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar e mapear os trabalhos publicados sobre placas solares fotovoltaicas em telhados por meio da produção científica da base Scopus. Foram utilizadas as expressões cell solar e roof com o operador booleano and a fim de delimitar as pesquisas especificamente em placas solares fotovoltaicas em telhados entre 2018 e 2021, em que foram identificadas 310 publicações no total. A China aparece como o país mais atuante e o Brasil ocupa o 35º lugar no ranking de publicações. Percebeu-se que os autores mais efetivos, com relação à quantidade, não estão presentes nos trabalhos mais citados. Concluiu-se que a pesquisa em placas solares fotovoltaicas em telhados vem crescendo, mas o Brasil ainda não ocupa posição de destaque dentro da temática. Observou-se também a importância da pesquisa da produção científica, a qual pode auxiliar no embasamento bibliográfico e oportunizar pesquisa em locais onde a placas solares fotovoltaicas em telhados ainda é pouco difundida.

Palavras-chave: Placas solares fotovoltaicas; Telhados; Produção científica; Scopus.

Abstract

Population growth leads to an increase in energy demand, contributing to the scarcity of natural resources. The use of renewable energy sources appears as a solution to alleviate the pressure on these resources. The option for a system of photovoltaic solar panels is part of a strategic policy of sustainable development, with the main objectives being the option of a viable solution from an economic point of view, as well as from a social point of view, with a very positive impact on the people are aware of the need to increasingly opt for renewable energy. Therefore, the objective of this work was to analyze and map published work on photovoltaic solar panels on roofs through the scientific production of the Scopus database. The expressions cell solar and roof were used with the Boolean operator and in order to delimit research specifically on photovoltaic solar panels on roofs between 2018 and 2021, in which 310 publications were identified in total. China appears as the most active country and Brazil occupies 35th place in the ranking of publications. It was noticed that the most effective authors, in relation to quantity, are not present in the most cited works. It was concluded that research into photovoltaic solar panels on roofs has been growing, but Brazil still does not occupy a prominent position within the topic. The importance of researching scientific production was also noted, which can assist in the bibliographical basis and provide opportunities for research in places where photovoltaic solar panels on roofs are still not widespread.

Keywords: Photovoltaic solar panels; roofs; scientific production; Scopus.

1 INTRODUÇÃO

Fatores como crescimento populacional e econômico foram determinantes para o aumento da demanda de energia elétrica (NEJAT *et al.* 2015). Um estudo publicado por Ferreira, Corrêa e Perobelli (2016) demonstra uma relação causal entre a demanda energética e o Produto Interno Bruto (PIB) de um país, em que se inferiu que o aumento da demanda por energia implica num maior crescimento econômico para determinado período.

Os processos de produção e o consumo globalizado têm impactos negativos sobre o meio ambiente, como a emissão de poluentes locais e gases de efeito estufa, comprometem a sustentabilidade e o abastecimento de longo prazo do planeta (DRUMM, 2014). Como alternativa promissora ao atual modelo, as fontes de energia renovável aumentaram sua participação na matriz energética mundial, mostram-se imprescindíveis para a promoção do desenvolvimento sustentável e o desenvolvimento tecnológico, e são fundamentais para alcançar maior qualidade e eficiência na produção dos recursos energéticos (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

A geração de energias alternativas vem experimentando uma grande expansão internacional e de acordo com Infan *et al.* (2023), a energia solar terá papel fundamental na matriz energética mundial nas próximas duas décadas, entretanto o Brasil, em relação à energia fotovoltaica, não tem explorado seu alto nível de radiação solar (1.500–2.500 W/m²), assim a geração de energia fotovoltaica ainda é pouco explorada (CARDOSO *et al.*, 2021).

O objetivo do estudo foi analisar e mapear os trabalhos publicados sobre placas solares fotovoltaicas em telhados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sustentabilidade

De acordo com Bursztyn (2018), a sustentabilidade é usualmente definida como uma abordagem que inclui crescimento econômico e desenvolvimento consistente com a proteção ambiental, ou seja, o uso dos recursos naturais deve atender às necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras.

Articulações para o desenvolvimento ambiental sustentável de comunidades, indústrias e governos são realizadas visando equilibrar as necessidades humanas com um ambiente finito, por meio da aplicação de padrões e de técnicas que racionalizem o uso de recursos naturais e os preservem para as próximas gerações (MOSKWA; HIGGINS-DESBIOLLES; GIFFORD, 2015).

Na busca de soluções para equalizar as demandas econômicas e o bem-estar social, foi apresentado em 1986, na Organização das Nações Unidas (ONU), o direito essencial e indispensável ao desenvolvimento, com a finalidade de valorizar a dignidade humana e promover o bem da sociedade integrando as dimensões econômicas, sociais, políticas e culturais (AGUIAR, 2021).

A *Declaração Universal* sobre o direito ao desenvolvimento (denominada Declaração de 1986) considera, no seu artigo 2º, que o direito ao desenvolvimento é um direito humano de dimensão individual e coletivo; no seu artigo 3º, que os Estados são responsáveis pelo desenvolvimento tanto interno como internacional, e reafirma o princípio da cooperação internacional como meio de garantir a concretização desses direitos (ONU, 1986).

O termo desenvolvimento sustentável foi mencionado inicialmente em 1987, por meio da Comissão de Brundtland. No início da década de 1990, o termo foi impulsionado devido à qualidade e volume de legislações ambientais, como também, acordos internacionais que impulsionaram uma mudança na política global (FEIL; SCHREIBER, 2017).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu nova agenda a ser seguida pelos seus países membros, traçando metas e objetivos quanto ao desenvolvimento sustentável. Conhecido como Agenda 2030, este instrumento visa, dentre outros objetivos, erradicar a pobreza, garantindo à população melhores condições de vida, pautada em um desenvolvimento sustentável nos âmbitos econômico, social, ambiental, ético e, principalmente, jurídico político (GOMES; BARBOSA; OLIVEIRA, 2020).

2.2 Energia renovável

A discussão e medidas de adoção de fontes renováveis no mundo tiveram início diante da

crise do petróleo, na década de 1970, na qual os países árabes membros da Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP) resolveram aumentar drasticamente o preço do barril de petróleo (ARIENTI, 2003). Este episódio permitiu que novas fontes fossem exploradas e se tornassem economicamente viáveis (PEDROSA; CORREA, 2016).

Nas últimas décadas, a segurança energética está associada aos problemas de esgotamento das reservas de petróleo e à elevação dos preços de mercado devido a problemas políticos e sociais nas regiões produtoras. Diante do crescimento populacional e econômico, as fontes renováveis foram acrescidas gradativamente na matriz energética mundial (FARIAS; SILVA; CALVALHO, 2021).

As tecnologias renováveis têm se destacado com um alto potencial de expansão na matriz energética brasileira. Liderada pela fonte hídrica, a matriz em operação no país é composta por 56,8 % hídrica, 19,7 % fóssil, 10,6 % eólica, 8,2 % biomassa, 2,47 % solar e 2,2 % nuclear (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021).

Esses números revelam que a matriz energética brasileira é baseada, principalmente, em usinas hidrelétricas, mas esse sistema tem operado muito próximo de seus limites, e estudos recentes já demonstram que todo tipo de energia, renovável ou não, pode afetar o clima. A geração de energia por meio de hidrelétrica apresenta impactos inferiores em comparação às termoelétricas a carvão, embora também provoque impactos ambientais, como o alagamento de áreas produtivas e a geração de metano e outros gases por meio da decomposição da matéria orgânica (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015)

Regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o setor de Energias Renováveis no âmbito nacional conta com o apoio direcionado do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e da Política Nacional de Biocombustíveis (Renova BIO). No âmbito da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) do setor energético, tem-se como uma das principais fontes de financiamento, instituído pela Lei nº 9.991 (BRASIL, 2000), o fundo Setorial de Energia (CT-Energ) (FERREIRA *et al.*, 2022).

O programa de P&D, regulado pela ANEEL, tem como objetivo incentivar a que empresas de

energia elétrica busquem inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado. Por meio do contato com Universidades, Centros de Pesquisa, fabricantes e consultorias, busca-se promover a cultura da inovação, contribuindo para aumentar a segurança no fornecimento de energia elétrica e diminuir os impactos ambientais do setor e dependência tecnológica do país (SOARES *et al.*, 2020).

2.3 Energia solar fotovoltaica

A energia solar é uma fonte que vem ganhando um grande espaço no mundo todo, por ser uma energia limpa, renovável e inesgotável. Deste modo, as diversas aplicações que a energia solar tem, crescem cada vez mais com os avanços e as inovações da tecnologia. Assim, os telhados solares tornaram-se economicamente viáveis e passaram a contribuir na descentralização da produção de energia elétrica (SOUZA; REIS; ALMEIDA, 2022).

Na China, a geração de energia em telhado fotovoltaico desempenha papel importante na geração de energia, principalmente na região urbana. Foi apresentado um modelo de aprendizagem de máquina com dados de big data. O modelo mostra um potencial de geração solar em telhado capaz de produzir $3,27 \times 10^9$ MWh anualmente, que é aproximadamente metade da geração total de eletricidade da China em 2020 (LICHAO *et al.* 2022).

No estudo de Itay *et al.* (2023) foi examinada a viabilidade de instalação de sistemas fotovoltaicos em telhados de edifícios habitacionais em Israel. O planejamento se baseou na eficiência do projeto, dificuldade de planejamento e as ações necessárias para melhorar o bem-estar das famílias. A finalidade do projeto foi beneficiar socialmente as famílias de baixo poder aquisitivo.

De acordo com Fleck *et al.* (2022), a utilização de telhado bio-solar pode ser implementada tanto para melhorar o isolamento térmico quanto para o aumento da produção de energia. Neste estudo foi comparada a geração de energia em dois edifícios: um deles, com telhado bio-solar e outro com telhado solar convencional. O estudo piloto demonstrou um resultado superior a 4,5 % no telhado bio-solar e a produção aumentou em média 23,88Kwh/m².

A integração de energia fotovoltaica em telhado, ou fachada de edifícios, oferece contribuições significativas na geração de energia

limpa. No entanto, a segurança é uma preocupação vital no sistema de construção contra incêndios nos setores elétricos. Com isso, é necessário que as estruturas de construção estejam em conformidade com os regulamentos de construção nacionais e o estudo mostra que cada país possui regulamentações diferentes quanto à orientação de construção contra incêndios (REBECA *et al.*, 2023).

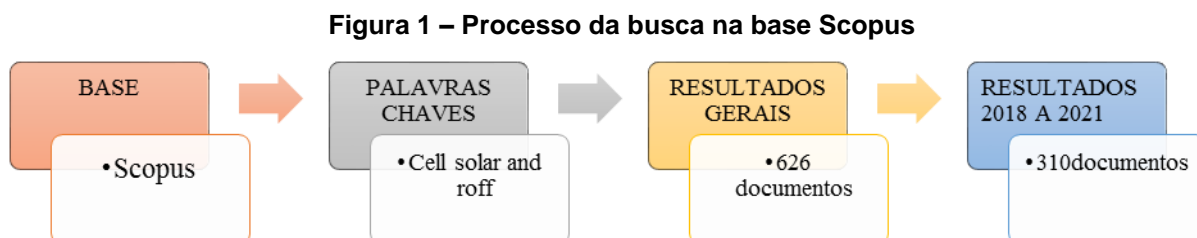
3 METODOLOGIA

Inicialmente, utilizou-se a base de dados Scopus para buscar documentos relacionados placas solares fotovoltaicas em telhado. As palavras utilizadas na busca foram cell solar e

roof, com o operador booleano and, considerando que a base Scopus irá procurar trabalhos que abordem as duas palavras no resumo, no título ou nas palavras-chave.

Como critérios de refinamento foi considerado o tipo de documento como artigo. Foram filtradas as publicações entre os anos de 2018 e 2021, para obter publicações mais recentes e a data da pesquisa, que foi janeiro de 2023.

A partir dessa busca inicial, encontraram-se 626 documentos e, após o filtro dos anos, foram exportados para análise 310 documentos, conforme o fluxograma que se encontra na Figura 1.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatística Descritiva

A presente pesquisa foi realizada por meio de dados coletados pela base de dados de artigos Scopus, analisando-se a produção científica sobre as placas solares fotovoltaica em telhados.

Na Tabela 1 foi elaborada uma estatística descritiva com o objetivo de descrever e sumarizar os dados. Percebe-se que a média das publicações, entre os anos de 2018 e 2021, foi de 77 artigos/ano, com variação de 5,9 artigos/ano.

Percebe-se, também, que o mínimo de artigos publicados nesse período foi de 71 artigos

e o máximo foi de 83 artigos publicados. O coeficiente de variação de 8 % representa dados homogêneos, ou seja, uma menor dispersão em torno da média. Portanto, a pesquisa de artigos é mais consistente, não tem uma variação grande entre anos de publicações.

4.2 Anos de publicação

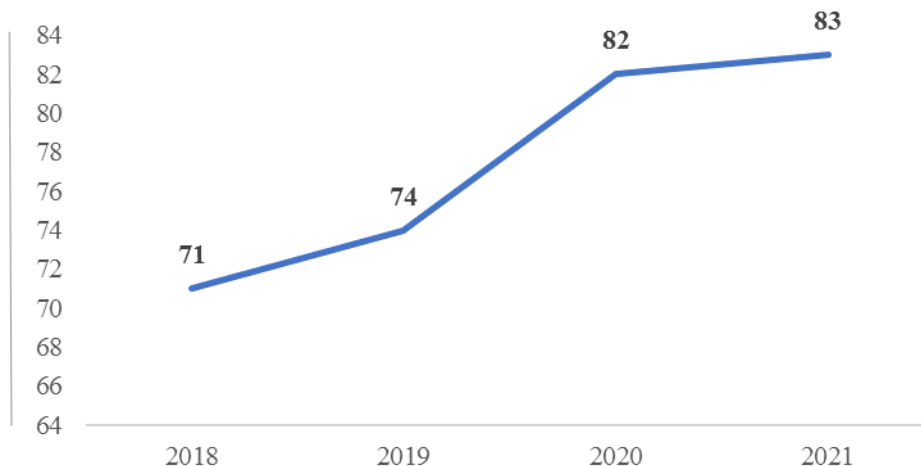
A Figura 1, demonstra a quantidade de publicações sobre placas solares fotovoltaicas em telhados no mundo, através da base Scopus, entre os anos de 2018 e 2021. É possível perceber que houve um crescimento do número de publicações nesses últimos anos.

Tabela 1 – Estatística Descritiva das publicações de artigos 2018 a 2021

<i>Estatística Descritiva</i>	
Média	77,5
Desvio padrão	5,9
Mínimo	71
Máximo	83
Soma	310
CV	8 %

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Figura 1 - Quantidade de publicações por ano de artigos



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

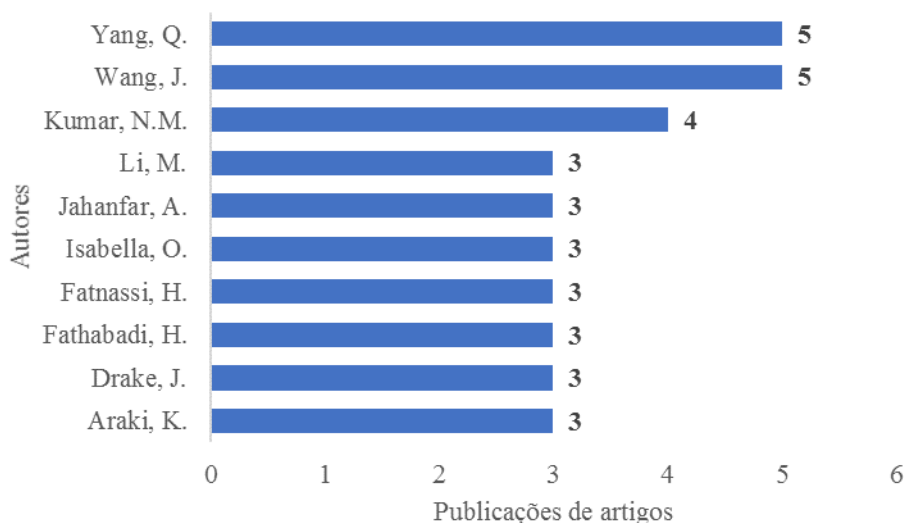
4.3 Autores

A Figura 2 apresenta os 10 principais autores que obtiveram o maior número de publicações sobre placas solares fotovoltaicas em telhados. Os autores mais atuantes na pesquisa foram Yang, Q. e Wang, J., com 5 publicações, respectivamente, e Kumar, N. M., com 4 publicações, com representatividade em relação ao total geral de autores, 2 %, 2 % e 1 % respectivamente.

O Autor Qingshan Yang é professor de Engenharia Civil, faz parte da Escola de Engenharia Civil, da Universidade de Chongqing, Shapingba District, Chongqing e Laboratório Chave de Engenharia Eólica Estrutural e Ambiente Eólico Urbano de Pequim. O autor

Jingxue Wang é um pesquisador acadêmico da Academia Chinesa de Ciências. O autor contribuiu para pesquisas sobre o Mercúrio (elemento) e o superóxido dismutase, faz parte da Escola de Engenharia Civil, Universidade Jiaotong de Pequim e Laboratório Chave de Engenharia Eólica Estrutural e Ambiente Eólico Urbano de Pequim, e Nallapaneni Manoj Kumar é um pesquisador acadêmico da City University of Hong Kong. O autor contribuiu para pesquisas sobre o Sistema fotovoltaico e energia renovável, faz parte da Escola de Energia e Meio Ambiente, da Universidade da Cidade de Hong Kong, Kowloon, Hong Kong.

Figura 2 – Produção Científica dos 10 principais autores



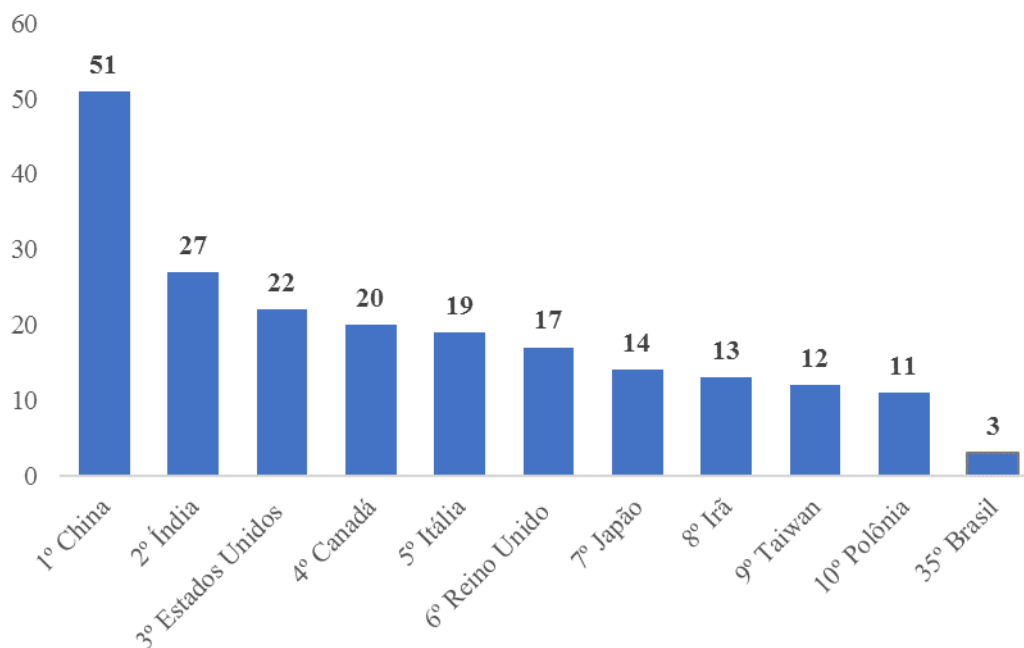
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

4.4 Países

Ao analisar o ranking mundial das publicações, foram encontrados um total de 65 países que já publicaram sobre placas solares fotovoltaicas em telhados. A Figura 3 representa a participação dos 10 primeiros países mais o

Brasil, no ranking de publicações nos últimos 4 anos. De acordo com o gráfico, a China lidera o ranking com o total de 51 publicações, seguida da Índia (27) e dos Estados Unidos (22). O Brasil figura na 35ª colocação no ranking, com o total de 3 publicações nos últimos 4 anos (Figura 3).

Figura 3 - Ranking mundial de publicações



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Com relação ao Brasil, fica claro como são poucos trabalhos abordando as células solares fotovoltaicas em telhados, podendo ser melhor explorada.

4.5 Afiliações

As instituições mundiais que estão produzindo publicações, com o tema em questão, sobre as placas solares fotovoltaicas em telhados, aparecem na Figura 4. Foram encontradas 160 instituições. A Figura 4 mostra as 10 primeiras instituições que trabalham com o tema. A Beijing Jiaotong University e o Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) aparecem com 6 artigos cada. É possível perceber que universidades e centros de pesquisa estão trabalhando com o tema de maneira mais relevante.

4.6 Área

O total de 310 trabalhos encontrados se enquadra nas mais diversas áreas de pesquisa,

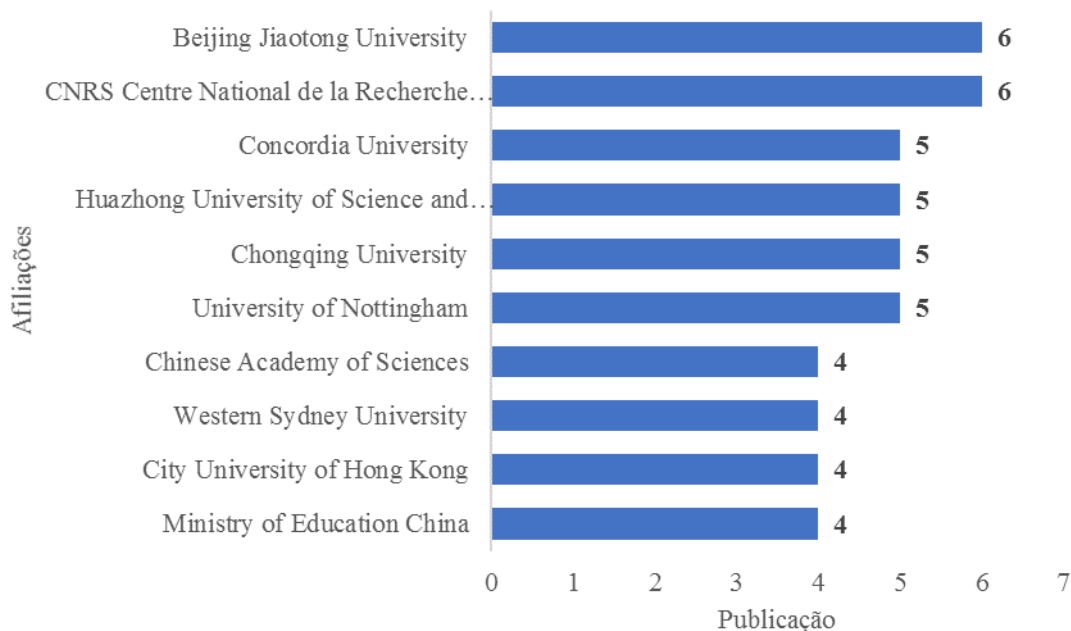
como: energia, engenharia, ciência de materiais, ciências ambientais, matemática, física e astronomia, entre outros. O maior destaque vai para a área de energia e engenharia, com 350 publicações, o que equivale a 56 % do total, como se pode observar na Figura 5.

4.7 Artigos mais citados

Após a consulta geral, com as palavras-chave, foram analisados os trabalhos mais citados. De acordo com a Tabela 2, percebe-se que as publicações mais citadas, não foram publicadas pelos autores mais produtivos.

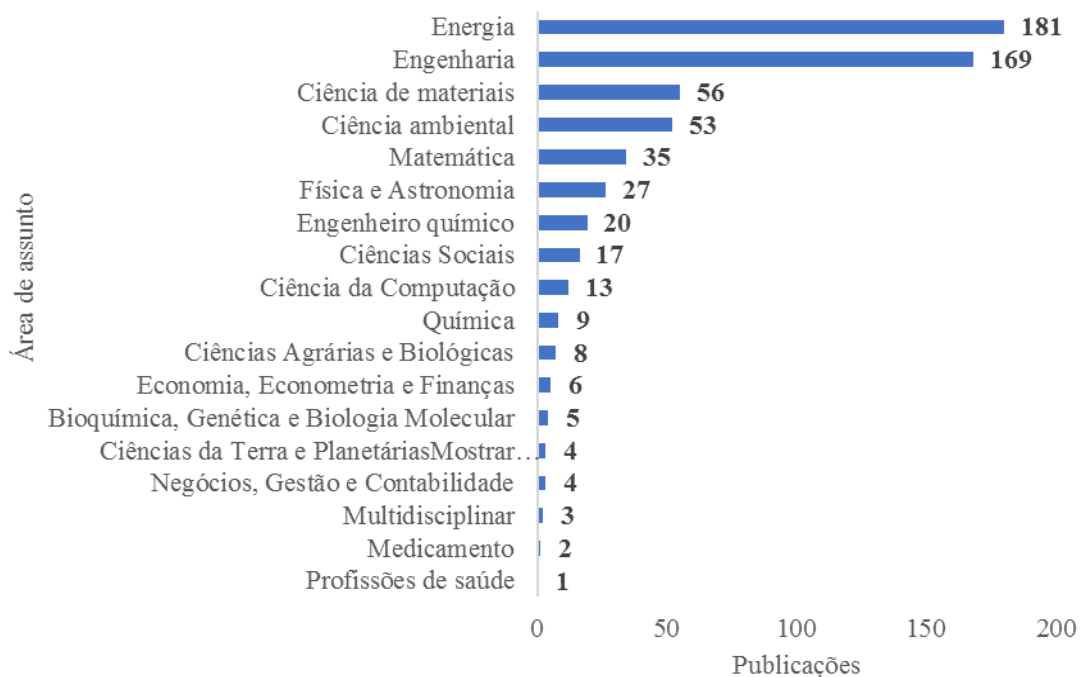
É importante mencionar a publicação brasileira intitulada *Avaliação técnica e econômica de painéis fotovoltaicos integrados em edifícios (BIPV) de CdTe de película fina substituindo materiais de fachada e telhado em edifícios de escritórios em um clima quente e ensolarado* de Sorgato et al. (2018), que ocupa a posição de número 5 do ranking de citações, com 79 citações.

Figura 4 – Dez (10) Instituições mais relevantes e as respectivas quantidades de artigos Produzidos



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Figura 5 – Principais áreas



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Tabela 2 - Artigos mais citados no período de 2018 a 2021

Título do documento	Autores	Ano	Citação
Sistemas solares combinados de resfriamento, aquecimento e energia baseados em coletores híbridos PVT, PV ou solar térmico para aplicações prediais	Herrando, M.; Pantaleo, A. M.; Wang, K.; Markides, C. N.	2019	124
Metodologia de otimização multiobjetivo para edifícios de energia líquida zero	Harkouss, F.; Fardoun, F.; Biwole, P. H.	2018	117
Previsão de desempenho, perda de energia e degradação do sistema fotovoltaico cristalino integrado no telhado instalado no norte da Índia	Kumar, N. M.; Gupta, R. P.; Mathew, M.; Jayakumar, A.; Singh, N. K.	2019	81
Células solares orgânicas semitransparentes dobráveis para fotovoltaica e fotossíntese	Song, W.; Fanady, B.; Peng, R.; Chen, S.; Ge, Z.	2020	80
Avaliação técnica e econômica de painéis fotovoltaicos integrados em edifícios (BIPV) de CdTe de película fina substituindo materiais de fachada e telhado em edifícios de escritórios em um clima quente e ensolarado	Sorgato, M. J.; Schneider, K.; Rüther, R.	2018	79
Avaliação de desempenho de uma usina de energia solar fotovoltaica no telhado no norte da Índia	Yadav, S. K.; Bajpai, U.	2018	72
Uma avaliação comparativa do ciclo de vida da geração de eletricidade fotovoltaica em Cingapura por tecnologias de silício multicristalino	Luo, W.; Khoo, Y. S.; Kumar, A.; Aberle, A. G.; Ramakrishna, S.	2018	66
Otimização do consumo de energia doméstica em relação ao preço de varejo da eletricidade no dia seguinte em sistemas de gerenciamento de energia residencial	Golmohamadi, H.; Keypour, R.; Bak-Jensen, B.; Radhakrishna Pillai, J.	2019	58
Análise de desempenho de energia de uma janela DSSC BIPV transparente com base em dados de medição de 2 anos em uma maquete em escala real	Lee, H. M.; Yoon, J. H.	2018	56
Comparação de desempenho de sistemas BAPV e BIPV com tecnologias fotovoltaicas c-Si, CIS e CdTe sob condições climáticas tropicais	Kumar, N. M.; Sudhakar, K.; Samykano, M.	2019	54

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

É importante mencionar sobre as citações, pois elas enriquecem a produção textual fornecendo, assim, outras informações que estão relacionadas à pesquisa e que podem ser consultadas como complemento da informação.

4.8 Nuvem de Palavras

Para visualizar melhor as palavras-chave encontradas no conjunto de documentos, utilizou-se o WordCloud. Com ele é possível perceber que temas têm sido mais explorados e o que ainda precisa ser mais estudado. A Figura 6 mostra o WordCloud.

células solares em telhados no mundo.

Ademais, é importante mencionar que o levantamento bibliográfico identifica e reúne todas as publicações sobre o tema, garante também a confiabilidade e a qualidade técnica e científica do trabalho.

Sugere-se, para futuras pesquisas, a utilização de pelo menos duas plataformas de busca. Além disso, recomenda-se maior abrangência no período de análise, com vista a obter uma avaliação temporal mais longa.

REFERÊNCIAS

- ARIENTI, W. L. Do estado keynesiano ao schumpeteriano. **Revista de Economia Política**, 23(4), p. 97-113, out./dez. 2003).
- AGUIAR, M. P. A Perspectiva Emancipatória do Direito ao Desenvolvimento no Contexto de uma Cultura de Sustentabilidade. **REJUR-Revista Jurídica da UFERSA**, 4(8), p. 47-71, jul./dez. 2021.
- BURSZTYN, M. (Org.). **A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2018.
- CARDOSO, D. S. *et al.* Distributed Generation of photovoltaic solar energy: impacts of Anell's new regulation proposal on investment attractiveness. **Revista de Administração da UFSM**, 14(2), p. 423-442, abr./jun. 2021.
- DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental da UFSM**, 19(1), p. 70-81, 2015.
- DRUMM, F. C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental da UFSM**, 18(1), p. 66- 78, abr. 2014.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA-EPE. **Balço Energético Nacional 2021**: Ano base 2020/Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2021.
- FARIAS, M. R. F. S.; SILVA, I. H. M.; CARVALHO, R. G. Energias Renováveis: O parque eólico de São Cristóvão, município de Areia Branca (RN)-Brasil. **GOT-Revista Geografia e Ordenamento do Território**, (22), dez. 2021.
- FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, 15(3), jul. 2017.
- FERREIRA, L. F. et al. Financiamento à pesquisa em energia renovável no Brasil: uma análise a partir do Fundo Setorial de Energia. **Nova Economia**, 32(2), mai./ago. 2022.
- FERREIRA NETO, A. B. F.; CORRÊA, W. L. R.; PEROBELLI, F. S. Consumo de Energia e crescimento Econômico: uma Análise do Brasil no período 1970-2009. **Análise Econômica**, 34(65), mar. 2016.
- GOMES, M. F.; BARBOSA, E. H. O.; OLIVEIRA, I. G. S. Desenvolvimento sustentável, agenda 2030 e sua adoção no Brasil: superação das desigualdades. **Brazilian Journal of Development**, 6(6), p. 42164-42175, 2020.
- ITAY, D. et al. Economic and social utility of installing photo voltaic systems on affordable-housing rooftops: A model based on the game-theory approach. **Building and Environment**, v. 228, 2023.
- LICHAO, W. et al. High resolution photovoltaic power generation potential assessments of rooftop in China. **Energy Reports**, v. 8, p. 14545-14553, nov. 2022.
- MAUAD, F. F., FERREIRA, L. C., TRINDADE, T. C. G. **Energia Renovável no Brasil**: Análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras. São Carlos: EESC/USP, 2017.
- MOSKWA, E., HIGGINS-DESBIOLLES, F., GIFFORD, S. Sustainability through food and conversation: The role of an entrepreneurial restaurateur in fostering engagement with sustainable development issues. **Journal of Sustainable Tourism**, 23(1), p. 126-145, nov. 2014.
- NEJAT, P. et al. A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten

CO2 emitting countries). **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 43, p. 843-862, mar. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração sobre o direito ao desenvolvimento. Adotado pela resolução nº 41/128 da Assembleia Geral das Nações Unidas, 4 de dezembro de 1986. Disponível em <https://gddc.ministeriopublico.pt/sites/default/files/decl-dtodesenvolvimento.pdf> Acesso em: 10 jan 2023.

PEDROSA, O.; CORREA, A. A crise do petróleo e os desafios do pré-sal. **Cadernos FVG Energia**, fev. 2016.

REBECCA, Y. et al. Fire safety requirements for building integrated photovoltaics (BIPV): A cross-country comparison. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 173(3), mar. 2023.

SOARES, P. M. et al. Setor elétrico brasileiro: avaliação da evolução dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). **Brazilian Journal of Development**, 6(6), p. 35094-35112, 2020.

SOUZA, L. H. C., REIS, A. A., ALMEIDA, W. M. Economia financeira na conta de energia elétrica de imóveis residenciais com energia solar fotovoltaica em Gurupi, Tocantis. **Research, Society and Development**, 11(6), mai. 2022.