

REPOTENCIAÇÃO DE PCHS: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Eduardo Egidio Vicensi Deliza^{1,2}, Fabrício Moraes de Almeida³, Flávio de São Pedro Filho³, Valéria Arenhardt^{1,2} e Roberto Simplício Guimarães¹

1. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, Vilhena, Rondônia, Brasil;
2. Grupo de Pesquisa GEITEC/UNIR/CNPq, Vilhena, Rondônia, Brasil;
3. Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma pesquisa acerca da repotenciação de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs, que está relacionada com inovações energéticas e o desenvolvimento sustentável. Para a obtenção dos dados foi utilizado a técnica de estudo bibliométrico, utilizando a base de dados Scopus Elsevier, através do portal de periódicos da CAPES, considerando dados das últimas duas décadas. Foi possível verificar o aumento no quantitativo de artigos relacionados ao tema com o passar dos anos e analisar os principais autores, os periódicos com maior frequência de publicação no assunto, as principais instituições, os países e áreas do conhecimento relacionadas aos trabalhos, além do levantamento dos artigos mais relevantes em cada um dos temas selecionados. Para melhor interpretação, os dados foram apresentados graficamente.

Palavras-chave: Pequenas Centrais Hidrelétricas, Repotenciação, Inovação Energética, Desenvolvimento Sustentável e Estudo Bibliométrico.

ABSTRACT

The present work aimed to carry out a research on the repowering of Small Hydroelectric Power Plants – SHPs, which is related to energy innovations and sustainable development. To obtain the data, the bibliometric study technique was used, using the Scopus Elsevier database, through the CAPES journal portal, considering data from the last two decades. It was possible to verify the increase in the quantity of articles related to the topic over the years and analyze the main authors, the journals with the highest frequency of publication on the subject, the main institutions, countries and areas of knowledge related to the works, in addition to the survey of the most relevant articles in each of the selected themes. For better interpretation, data were presented graphically.

Keywords: Small Hydroelectric Power Plants, Repowering, Energy Innovation, Sustainable Development and Bibliometric Study.

1. INTRODUÇÃO

No horizonte do Plano Decenal de Expansão (PDE) 2026 (EPE, 2017), para atender à crescente demanda de eletricidade é necessário manter uma matriz energética distribuída, com foco nas fontes renováveis (hidráulica, eólica, solar e biomassa), atendendo às premissas socioambientais. A projeção é que as fontes renováveis sejam responsáveis por 90% da geração de eletricidade em 2026.

Em conjunto, as Usinas Hidrelétricas, Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas são responsáveis por 64% de toda eletricidade gerada, sendo 3,62% correspondente às PCHs e CGHs (ANEEL, 2019).

Segundo Oliveira (2012), todos empreendimentos hidrelétricos, seja UHE, PCH ou CGH, em maior ou menor grau, podem passar por processo de repotenciação, seja por subdimensionamento ou defasagem temporal.

Com base no grande ganho energético que pode ser proporcionado através da repotenciação de Pequenas Centrais Hidrelétricas, através da aplicação de novas tecnologias inovadoras ou corrigindo deficiências de projeto, este estudo tem como objetivo analisar como este método tem sido utilizado ao redor do mundo.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Para a realização deste trabalho, será aplicado um estudo bibliométrico. Segundo Fonseca (1986), a bibliometria é uma técnica de análise quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento específico.

Será aplicado o modelo proposto por Costa (2010), onde serão levantados dados acerca dos principais autores, países, anos, instituições, periódicos e áreas do conhecimento das publicações relacionadas ao tema repotenciação de Pequenas Centrais Hidrelétricas.

A amostra pesquisada corresponde aos artigos indexados na Base de Dados Scopus Elsevier, com acesso através do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, em junho de 2019.

A pesquisa foi realizada aplicando-se filtro temporal, entre os anos de 2000 e 2019, e tipo de documento, neste caso, artigos. A tabela 1 mostra as palavras-chave selecionadas para a pesquisa e o quantitativo de artigos encontrados.

Tabela 3. Palavras-chave.

Tema	Palavras-chave	Artigos Encontrados
Pequena Central Hidrelétrica	<i>“Small Hidropower Plant”</i>	199
Repotenciação	<i>“Repowering”</i>	215
Inovação Energética	<i>“Energy Innovation”</i>	9692
Desenvolvimento Sustentável	<i>“Sustainable Development”</i>	77705

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da base de dados Scopus Elsevier, os artigos relacionados a cada uma das palavras-chave foram analisados.

A amostra apresentada contém dados relacionados ao número de publicações por ano, principais autores, periódicos, instituições, países e áreas do conhecimento com maior frequência de publicação, além dos artigos mais relevantes, dentro do intervalo das últimas duas décadas (2000 – 2019).

3.1 PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA – PCH

Para esta sessão, os termos utilizados para a pesquisa foram *“Small Hidropower Plant”*. Aplicando-se o filtro para artigos, a pesquisa retornou 199 resultados.

3.1.1 Publicações por ano

Na figura 1 é possível visualizar graficamente os dados referente às publicações por ano, no intervalo de 2000 a 2019.

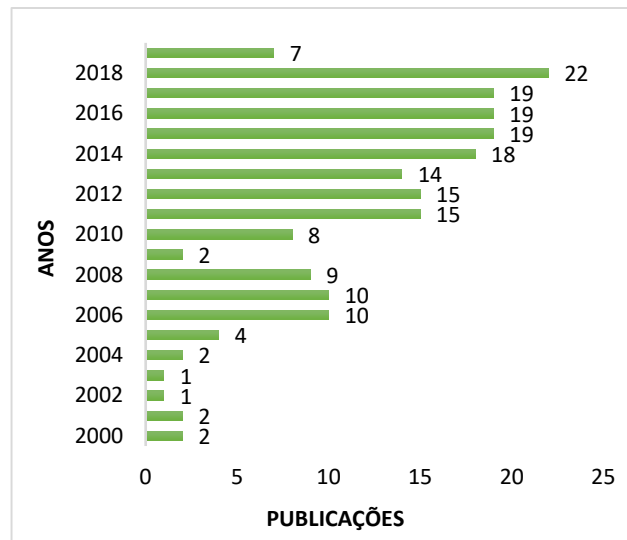


Figura 2. Gráfico de frequência de publicações por ano no período 2000 – 2019.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

É possível verificar que o ano de 2009 apresentou um número muito baixo de publicações neste tema, apenas duas, posteriormente o volume voltou a crescer. Em 2019 foram encontrados 7 artigos até a data desta pesquisa.

3.1.2 Autores

Os autores que mais publicaram sobre Pequenas Centrais Hidrelétricas, no intervalo 2000 – 2019, são mostrados na figura 2.

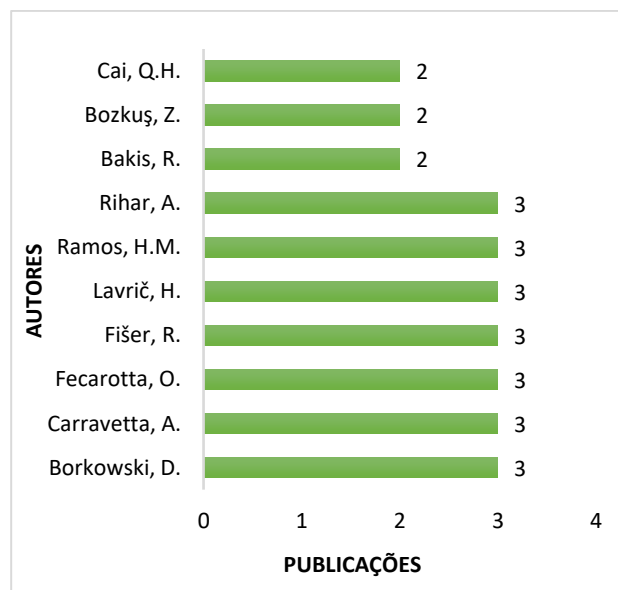


Figura 3. Gráfico de autores com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.1.3 Periódicos

Os dados acerca de quais periódicos apresentaram maior publicações no assunto estão apresentados graficamente na figura 3.

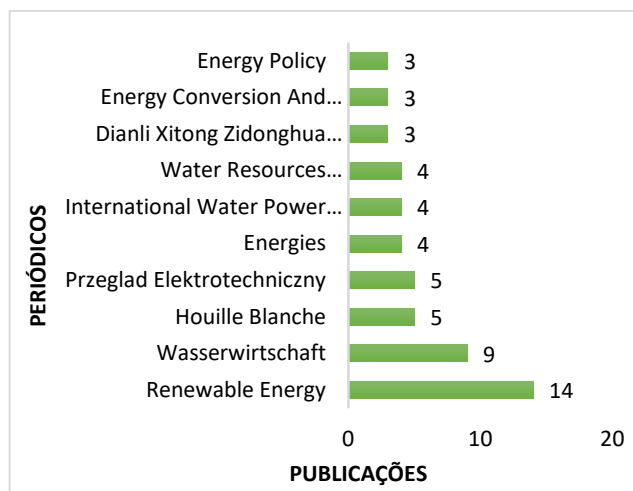


Figura 4. Gráfico de periódicos com maior frequência de publicação.
Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.1.4 Afiliação

Os afiliados que mais contribuíram com as publicações estão ilustrados graficamente na figura 4.

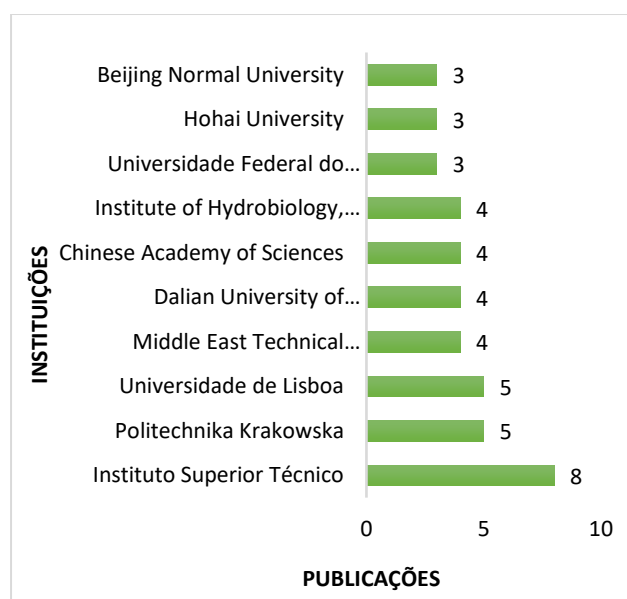


Figura 5. Gráfico de instituições com maior frequência de publicação.
Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

Como observado, o Brasil obteve destaque neste assunto devido ao trabalho da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

3.1.5 Países

Na figura 5, logo abaixo, estão representados graficamente os países que mais contribuíram com publicações no período analisado.

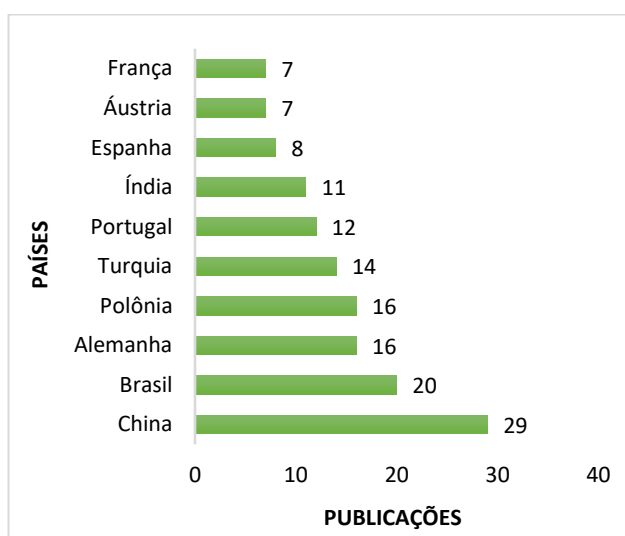


Figura 6. Gráfico dos países com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

Com vinte publicações, o Brasil ocupa a segunda posição neste ranking, demonstrando que, além de possuir uma matriz energética predominante da fonte hidráulica, contribui com o desenvolvimento do setor.

3.1.6 Área do Conhecimento

Os dados contidos na Figura 6, ilustrada abaixo, demonstram graficamente as áreas do conhecimento com a maior frequência de publicação sobre o assunto.

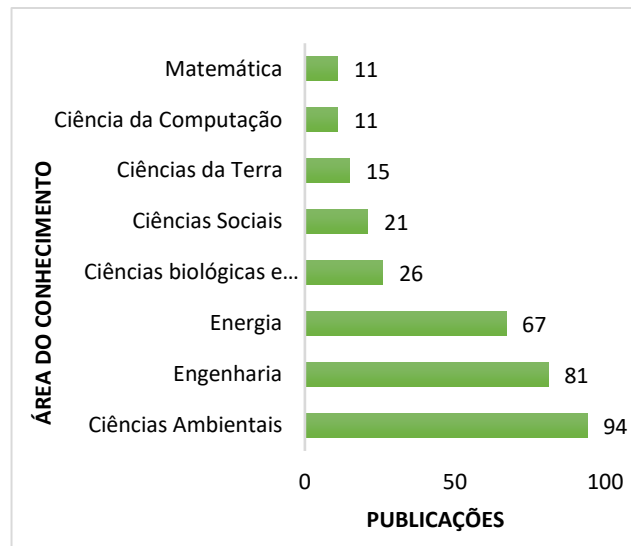


Figura 7. Gráfico das áreas de conhecimento com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.1.7 Análise de Artigos

A tabela 2, apresenta os artigos com maior relevância, ou seja, aqueles com o maior número de citações, de acordo com a base de dados.

Tabela 4. Artigos mais relevantes - Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Título	Autores	Ano	Citações
Investment timing and optimal capacity choice for small hydropower projects.	BØCKMAN, T. et al.	2008	93
Energy Production in Water Distribution Networks: A PAT Design Strategy.	CARRAVETTA, A. et al.	2012	92
Ecological consequences of hydropower development in Central America: Impacts of small dams and water diversion on neotropical stream fish assemblages.	ANDERSON, E.P. et al.	2006	80
The role of hydroelectric power and contribution of small hydropower plants for sustainable development in Turkey.	DURSUN, B., GOKCOL, C.	2011	66
Optimal sizing of a run-of-river small hydropower plant.	ANAGNOSTOPOULOS, J.S., PAPANTONIS, D.E.	2007	56

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.2. REPOTENCIAÇÃO

Para esta sessão, o termo utilizado para a pesquisa foi “*Repowering*”. Aplicando-se o filtro para artigos, a pesquisa retornou 215 resultados.

3.2.1 Publicações por ano

Na figura 7 é possível visualizar graficamente o número de publicações por ano acerca das repotenciações, no intervalo de 2000 a 2019.

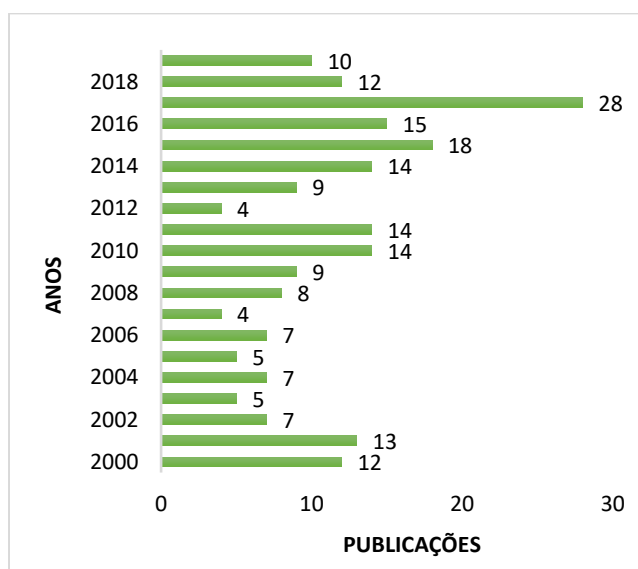


Figura 8. Gráfico de frequência de publicações por ano no período 2000 – 2019.
Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

Nota-se que houve um pico de publicações no ano de 2017 (28 publicações) e uma queda no ano de 2018 (12 publicações). Em 2019 a tendência é que este número volte a aumentar, considerando que até a data da pesquisa já foram publicados 10 artigos.

3.2.2 Autores

Os autores com maior frequência de publicação sobre Pequenas Centrais Hidrelétricas, no intervalo 2000 – 2019, são mostrados na figura 8.

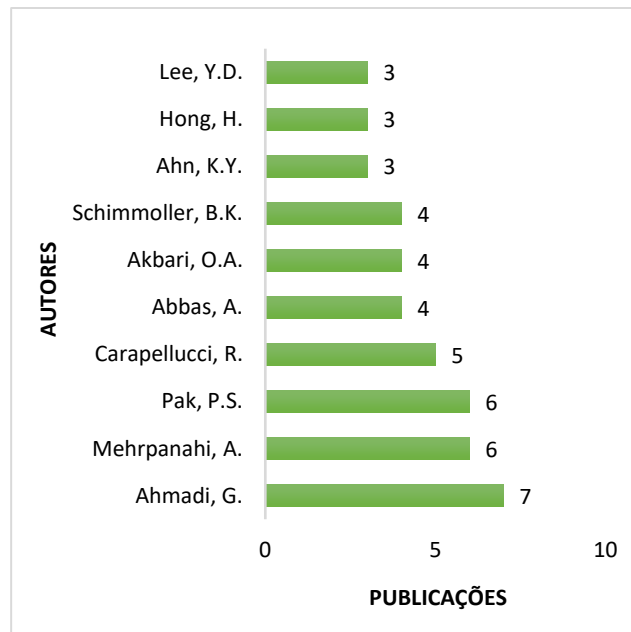


Figura 9. Gráfico de autores com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.2.3 Periódicos

Os dados acerca de quais periódicos apresentaram a maior frequência de publicação no assunto estão ilustrados graficamente na figura 9.

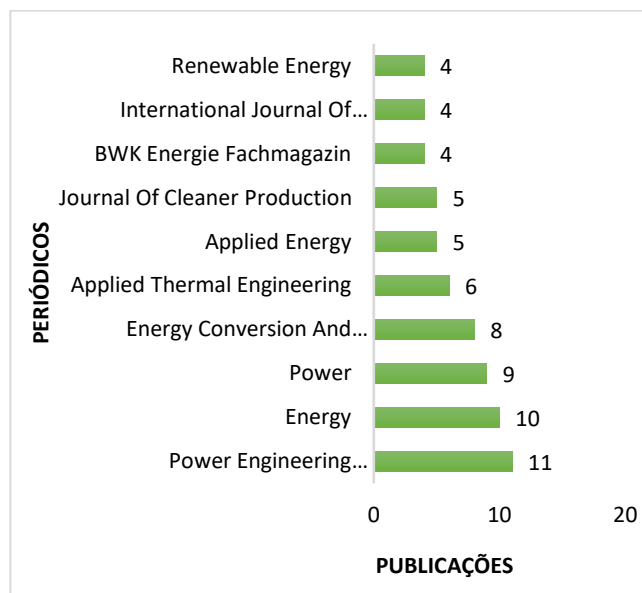


Figura 10. Gráfico de periódicos com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.2.4 Afiliação

Os afiliados que mais contribuíram com as publicações estão ilustrados graficamente na figura 10.

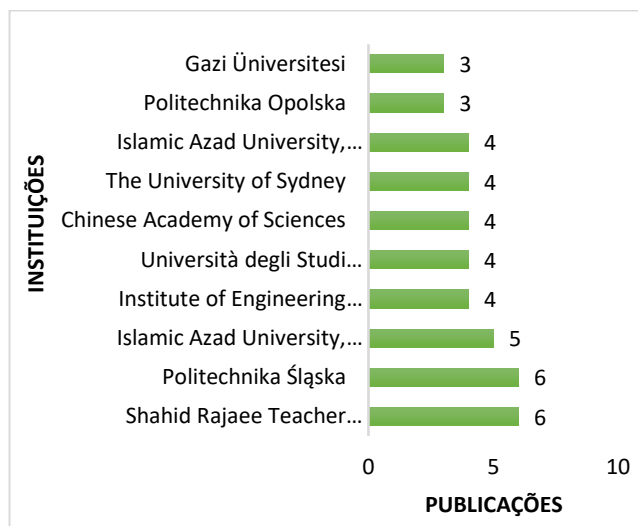


Figura 11. Gráfico de instituições com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.2.5 Países

Na Figura 11, logo abaixo, estão representados graficamente os países que mais contribuíram com publicações no período analisado.

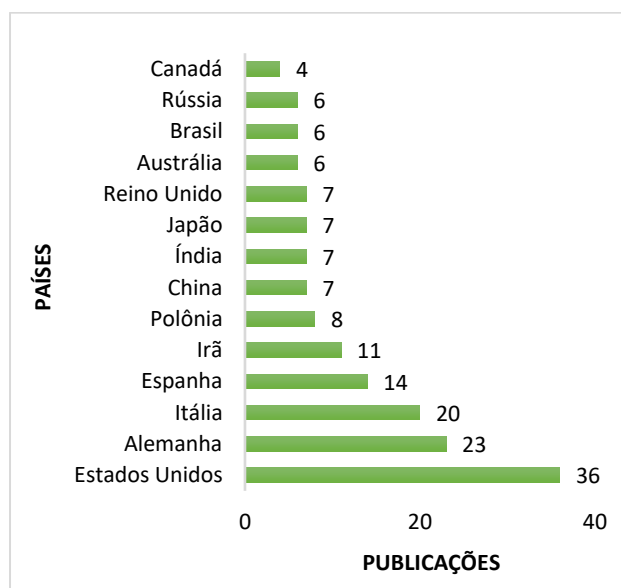


Figura 12. Gráfico dos países com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.2.6 Área do Conhecimento

Os dados contidos na figura 12, ilustrada abaixo, demonstram graficamente as áreas do conhecimento com a maior frequência de publicação sobre o assunto.

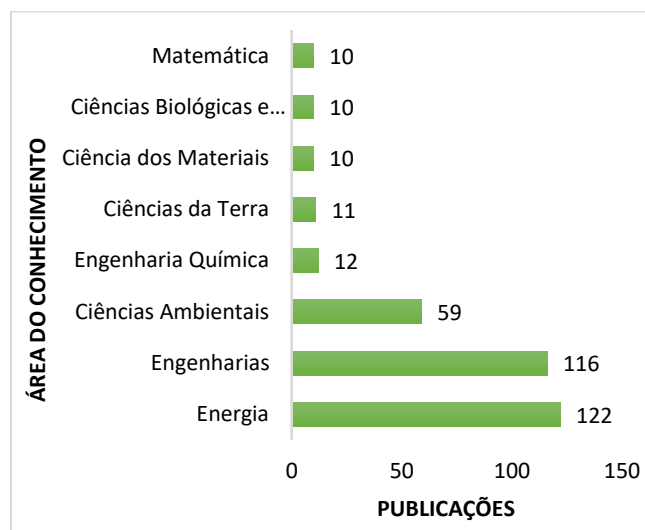


Figura 13. Gráfico das áreas de conhecimento com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.2.7 Análise de Artigos

A tabela 3 apresenta os artigos com maior relevância, ou seja, aqueles com o maior número de citações, de acordo com a base de dados.

Tabela 5. Artigos mais relevantes – Repotenciação.

Título	Autores	Ano	Citações
<i>Batteryless, wireless sensor powered by a sediment microbial fuel cell.</i>	DONOVAN, C. et al.	2008	202
<i>Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance.</i>	DE LUCAS, M. et al.	2008	118
<i>An option for solar thermal repowering of fossil fuel fired power plants.</i>	POPOV, D.	2011	91
<i>Study and design of a hybrid wind-diesel-compressed air energy storage system for remote areas.</i>	IBRAHIM, H. et al.	2010	84
<i>Efficient use of energy by utilizing gas turbine combined systems.</i>	NAJJAR, Y.S.H.	2001	81

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.3 INOVAÇÃO ENERGÉTICA

Para esta sessão, os termos utilizados para a pesquisa foram “*Energy Innovation*”. Aplicando-se o filtro para artigos, a pesquisa retornou 199 resultados.

3.3.1 Publicações por Ano

Na figura 13 é possível visualizar graficamente o número de publicações por ano acerca do assunto inovação energética, no intervalo de 2000 a 2019.

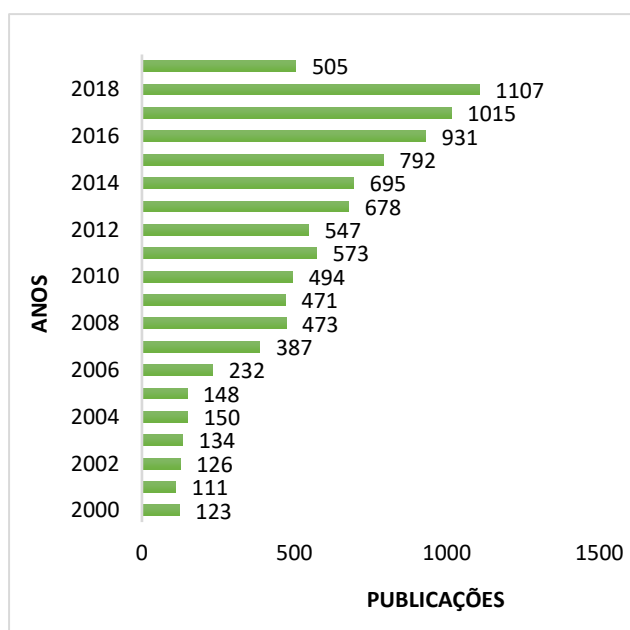


Figura 14. Gráfico de frequência de publicações por ano no período 2000 – 2019.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.3.2 Autores

Os autores com maior frequência de publicação sobre Pequenas Centrais Hidrelétricas, no intervalo 2000 – 2019, são mostrados na figura 14.

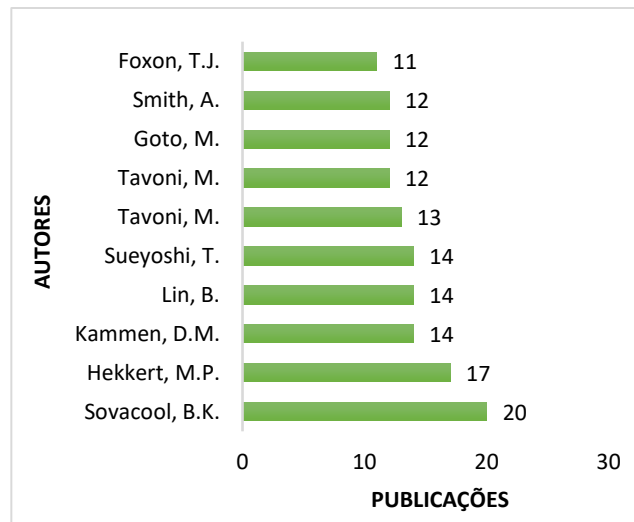


Figura 15. Gráfico de autores com maior frequência de publicação.
 Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.3.3 Periódicos

Os dados acerca de quais periódicos apresentaram a maior frequência de publicação no assunto estão ilustrados graficamente na figura 15.

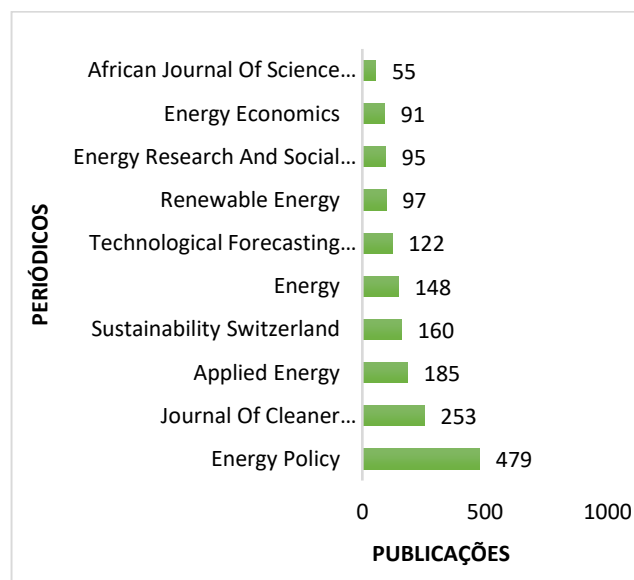


Figura 16. Gráfico de periódicos com maior frequência de publicação.
 Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.3.4 Afiliação

Os afiliados que mais contribuíram com as publicações estão ilustrados graficamente na figura 16.

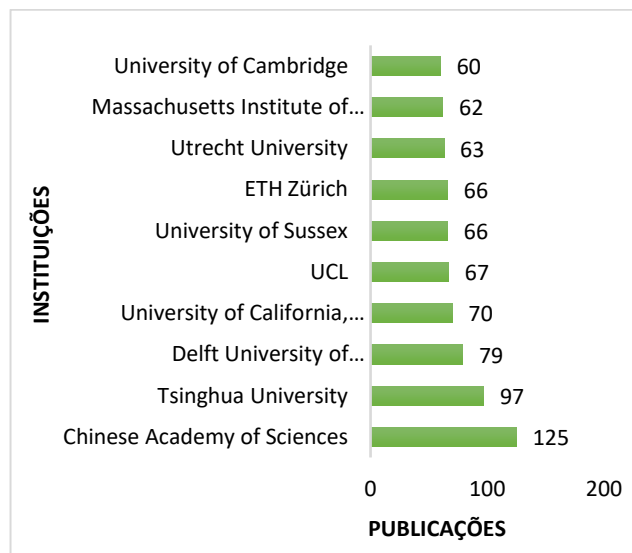


Figura 17. Gráfico de instituições com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.3.5 Países

Na figura 17, logo abaixo, estão representados graficamente os países que mais contribuíram com publicações no período analisado.

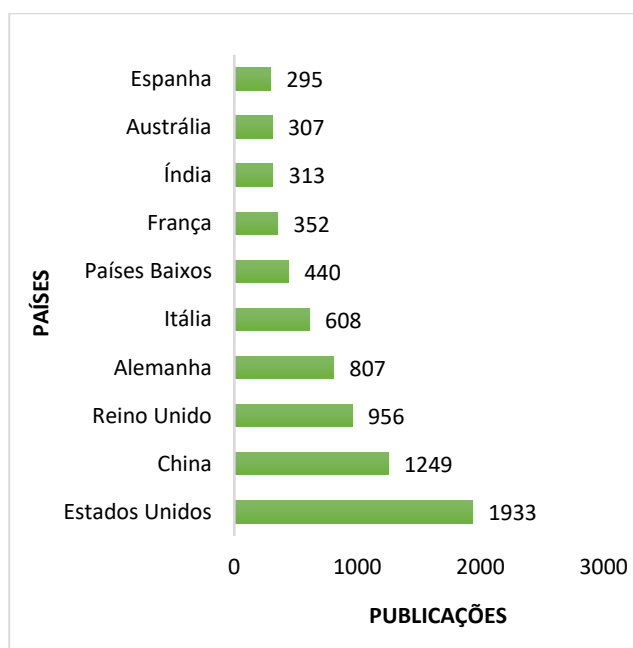


Figura 18. Gráfico dos países com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.3.6 Área do Conhecimento

Os dados contidos na figura 18, ilustrada abaixo, demonstram graficamente as áreas do conhecimento com a maior frequência de publicação sobre o assunto.

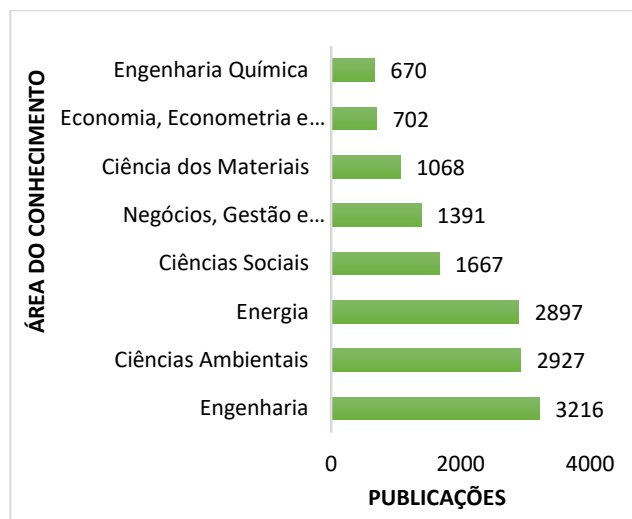


Figura 19. Gráfico das áreas de conhecimento com maior frequência de publicação.
Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.3.7 Análise de Artigos

A tabela 4, apresenta os artigos com maior relevância, ou seja, aqueles com o maior número de citações, de acordo com a base de dados.

Tabela 6. Artigos mais relevantes - Inovação Energética

Título	Autores	Ano	Citações
The Swift gamma-ray burst mission	GEHRELS, N. et al.	2004	2302
Microfibre-nanowire hybrid structure for energy scavenging	Qin, Y., Wang, X., Wang, Z.L.	2008	1111
Coordinated development of leading biomass pretreatment technologies	WYMAN, C.E. et al.	2005	929
Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept	Wüstenhagen, R., Wolsink, M., Bürer, M.J.	2007	882
Polymer-derived ceramics: 40 Years of research and innovation in advanced ceramics	COLOMBO, P. et al.	2010	816

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.4. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Para esta sessão, os termos utilizados para a pesquisa foram “*Energy Innovation*”. Aplicando-se o filtro para artigos, a pesquisa retornou 199 resultados.

3.4.1 Publicações por Ano

Na figura 19 é possível visualizar graficamente o número de publicações por ano acerca do assunto inovação energética, no intervalo de 2000 a 2019.

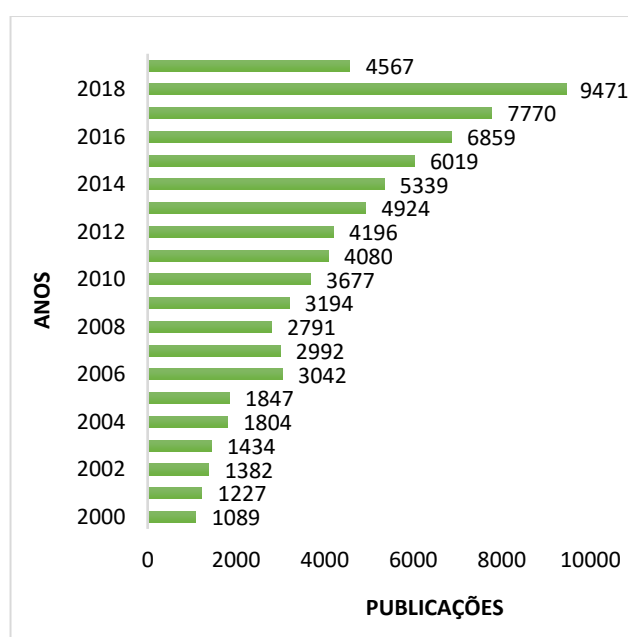


Figura 20. Gráfico de frequência de publicações por ano no período 2000 – 2019.
Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

Como mostrado na figura 19, o número de publicações sobre o desenvolvimento sustentável evoluiu muito ao longo dos últimos vinte anos.

3.4.2 Autores

Os autores com maior frequência de publicação sobre Desenvolvimento Sustentável, no intervalo 2000 – 2019, são mostrados na figura 20.

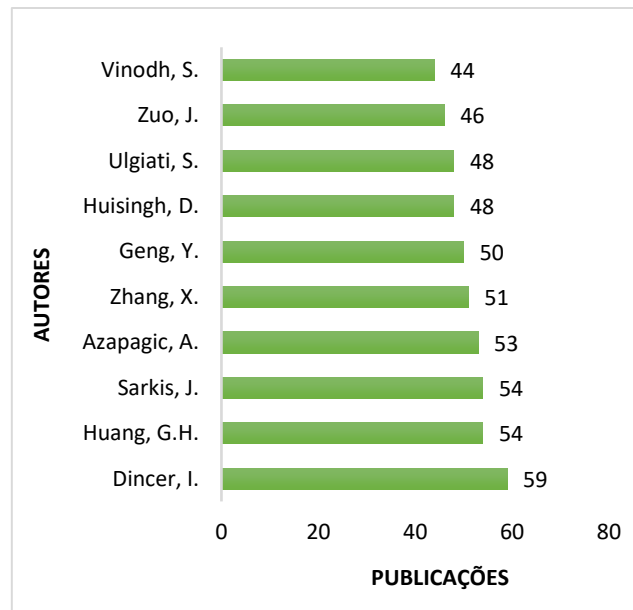


Figura 21. Gráfico de autores com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.4.3 Periódicos

Os dados acerca de quais periódicos apresentaram a maior frequência de publicação no assunto estão ilustrados graficamente na figura 21.

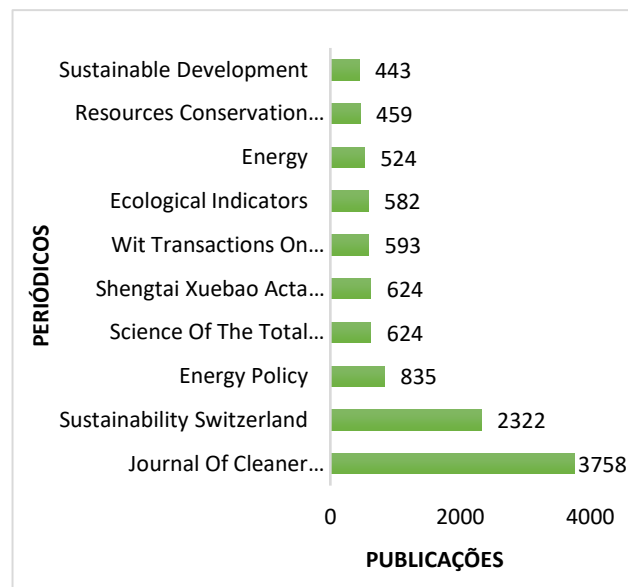


Figura 22. Gráfico de periódicos com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.4.4 Afiliação

Os afiliados que mais contribuíram com as publicações estão ilustrados graficamente na figura 22.

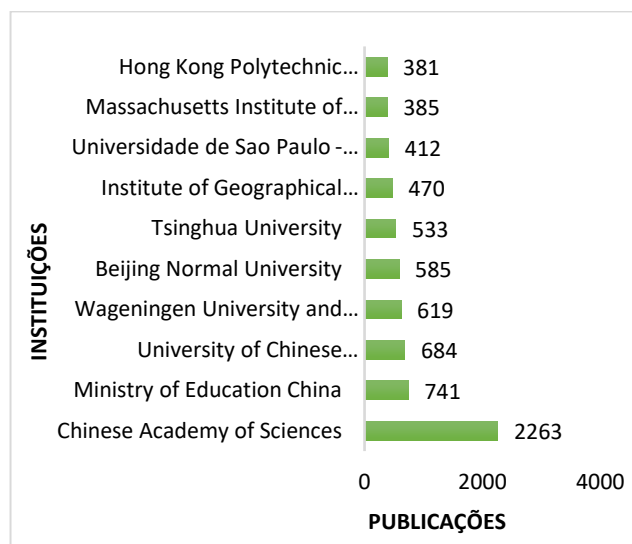


Figura 23. Gráfico de instituições com maior frequência de publicação.

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

Tratando de desenvolvimento sustentável, as instituições que mais frequentemente contribuem com as publicações, são as chinesas, com destaque para a Academia Chinesa de Ciências, com 2263 publicações.

A Universidade de São Paulo (USP) também obteve números relevantes, totalizando 412 publicações no assunto.

3.4.5 Países

Na figura 23, logo abaixo, estão representados graficamente os países que mais contribuíram com publicações no período analisado.

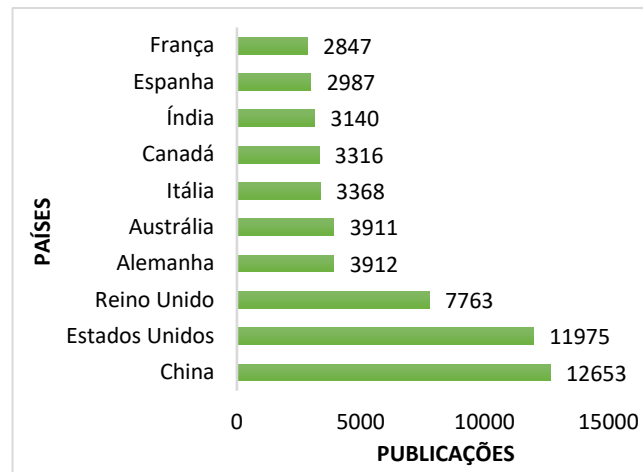


Figura 24. Gráfico dos países com maior frequência de publicação.
Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.4.6 Área do Conhecimento

Os dados contidos na figura 24, ilustrada abaixo, demonstram graficamente as áreas do conhecimento com a maior frequência de publicação sobre o assunto.

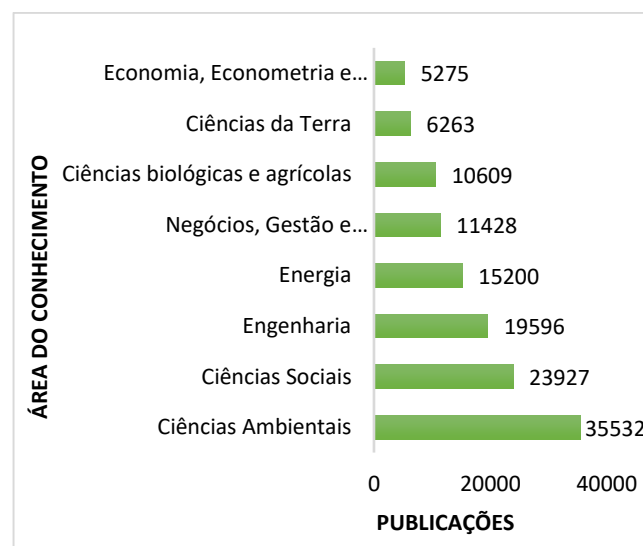


Figura 25. Gráfico das áreas de conhecimento com maior frequência de publicação.
Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

3.4.7 Análise de Artigos

A tabela 5, apresenta os artigos com maior relevância, ou seja, aqueles com o maior número de citações, de acordo com a base de dados.

Tabela 7. Artigos mais relevantes - Desenvolvimento Sustentável.

Título	Autores	Ano	Citações
<i>Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance.</i>	TEECE, D.J.	2007	3234
<i>Solutions for a cultivated planet.</i>	FOLEY, J.A. ET AL.	2011	2368
<i>Adaptation, adaptive capacity and vulnerability.</i>	SMIT, B., WANDEL, J.	2006	2095
<i>From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management.</i>	SEURING, S., MÜLLER, M.	2008	2027
<i>Social and ecological resilience: Are they related?</i>	ADGER, W.N.	2000	1544

Fonte: Adaptado de Scopus (2019).

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível verificar e analisar aspectos relacionados às Pequenas Centrais Hidrelétricas, intervenções via Repotenciação, Inovações Energéticas e Desenvolvimento Sustentável, atendendo ao objetivo proposto.

A técnica de estudo bibliométrico se mostrou eficaz, juntamente com a escolha de uma base de dados adequada, neste caso, a Scopus Elsevier. Neste estudo, optou-se por levantar dados quanto ao número de publicações por ano, principais autores, periódicos, instituições, países e áreas do conhecimento, mas isto não é uma regra, a metodologia pode ser aplicada para outras variáveis.

Os países com maior frequência de publicações foram Estados Unidos e China, sendo este último o que mais teve artigos relacionados às pequenas centrais hidrelétricas. O Brasil também apresentou excelentes números neste tema.

É importante ressaltar que a repotenciação de PCHs é indissociável da inovação energética e do desenvolvimento sustentável, tendo em vista os grandes benefícios que o investimento nesta fonte de energia renovável traz para a matriz energética nacional e, conseqüentemente, para toda a sociedade.

Finalmente, verifica-se que é crescente o número de trabalhos relacionados aos temas abordados neste artigo, comprovando que tem aumentado, a nível mundial, a necessidade de se atingir o “aproveitamento ótimo” dos recursos hídricos, seja nos países desenvolvidos, onde grande parte dos recursos já foram explorados, seja no Brasil, onde ainda há um grande potencial a ser aproveitado.

5. REFERÊNCIAS

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de Informações de Geração: Capacidade de Geração do Brasil**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 03/06/2019.

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, v.12, n. 12, p. 11-32, 2006.

ABRAGEL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DE ENERGIA LIMPA. **Seminário Desafios da Geração de Energia Elétrica no Brasil (ANEEL)**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/10184/15266087/painel+3+ap+4+ABRAGEL+-+2017-10-19+-+Semin%C3%A1rio+Desafios+da+Gera%C3%A7%C3%A3o+de+Energia+El%C3%A9trica+no+Brasil_ANEEL.pdf/a5822d40-a750-7434-6905-9a53c971b951>. Acesso em: 20/10/2018.

COSTA, H. Modelo para webibliomining: proposta e caso de aplicação. **Rev FAE**, v. 13, n.1, p. 115-126, 2010.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026**. Brasília: MME/EPE, 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/PDE2026.pdf/474c63d5-a6ae-451c-8155-ce2938fbf896>>. Acesso em: 20/10/2018.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia 2030**. v. 12, Brasília, 2007.

FONSECA, E. N. **Bibliometria: teoria e prática**. São Paulo, Cultrix; Editorada USP, 1986.

OLIVEIRA, M. A. **Repotenciação de Pequenas Centrais Hidrelétricas: avaliação técnica e econômica**. (Dissertação) Mestrado em Engenharia de Energia – Universidade Federal de Itajubá, 2012.