



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Demanda de água: uma contribuição bibliométrica

Dayane Regina Trage

Engenharia de Produção - UTFPR

Angélica Duarte Lima

Engenharia de Produção - UFRGS

Regina Negri Pagani

PPGEP - UTFPR

Resumo: Atualmente, a sociedade enfrenta diversos problemas relacionados a crescente urbanização. Uma das dificuldades mais visíveis é a escassez de recursos, como a água, essencial para a população. Dessa forma, torna-se necessário uma gestão adequada desse recurso, para que seja coletada, armazenada e distribuída de forma eficiente. Assim, uma importante medida para uma melhor administração da água é a previsão de demanda. Neste contexto, esse artigo tem como objetivo buscar resultados de publicações que abordem o tema de demanda de água, além de formas de previsão e de gestão. Para tanto, utilizou-se ferramentas de prospecção bibliográfica e realizou-se buscas através de duas bases de dados: Scopus e Web of Science. Assim sendo, definiu-se três palavras-chave (demanda de água, previsão de demanda de água, e gestão da água) para realizar as pesquisas. Desse modo, obteve-se um total de 140.191 publicações por meio da Scopus e 33.051 pela Web of Science, gerando dados para análises gráficas sobre a evolução temporal, países de origem, autores influentes, áreas do conhecimento, revistas, além das instituições filiadas e financiadoras. No Brasil os resultados encontrados apresentaram uma deficiência na literatura, que proporciona brechas para a ampliação dos estudos nesta área.

Palavras-chave: Demanda de água, Previsão, Bibliometria.

Water demand: a bibliometric contribution

Abstract: Today, society faces several problems related to increasing urbanization. One of the most visible difficulties is the scarcity of resources, such as water, essential for the population. Thus, it is necessary to properly manage this resource, so that it can be collected, stored and distributed efficiently. Thus, an important measure for better water management is demand forecasting. In this context, this article aims to seek results from publications that address the issue of water demand, in addition to forms of forecasting and management. To this end, bibliographic prospecting tools were used and searches were carried out using two databases: Scopus and Web of Science. Therefore, three keywords (water demand, water demand forecast, and water management) were defined to carry out the research. In this way, a total of 140,191 publications were obtained through Scopus and 33,051 through the Web of Science, generating data for graphic analysis of the temporal evolution, countries of origin, influential authors, areas of knowledge, journals, in addition to affiliated institutions and financiers. In Brazil, the results found

showed a deficiency in the literature, which provides loopholes for the expansion of studies in this area.

Keywords: Water demand, Forecasting, Bibliometrics

1. Introdução

Entre 1950 e 2018, a população mundial residente em cidades aumentou mais de quatro vezes, com a proporção urbana crescendo de 30 % em 1950 para 55 % em 2018. Como resultado desta rápida urbanização, em 2007 a população do mundo tornou-se mais urbana do que rural pela primeira vez. Além disso, espera-se que o processo de urbanização continue por décadas, sendo que uma maioria crescente da humanidade provavelmente viverá em áreas urbanas (UNITED NATIONS, 2018).

Projeções indicam que mais da metade da população humana vive em cidades e estima-se que esse número aumente para 66% até 2050 (UNITED NATIONS, 2014). Se tais projeções forem verdadeiras, então todo o crescimento populacional mundial esperado durante o período de 2018 a 2050 será absorvido pelas áreas urbanas. Segundo United Nations (2018), este crescimento será alimentado por vários fatores como: aumento natural, migração rural-urbana e a expansão geográfica das áreas urbanas por meio da transformação das localidades rurais.

O rápido crescimento urbano apresenta uma oportunidade importante, mas também apresenta desafios para a implementação de ações de desenvolvimento que visam tornar as cidades mais inclusivas, seguras e sustentáveis (UNITED NATIONS, 2019).

Em paralelo com o fenômeno da urbanização e o crescimento populacional ocorre um aumento da demanda por recursos e pela manutenção dos mesmos, como é o caso da água. Por isso, há um grande interesse das organizações e dos governos em fazer o uso adequado deste recurso. O mesmo pode ser alcançado por meio do monitoramento e gestão adequada dos sistemas de distribuição (VIJAI; SIVAKUMAR, 2016).

Dessa forma, nota-se a necessidade de estudos relacionados a gestão do uso da água nas cidades. Assim sendo, a administração apropriada de um sistema municipal de água é essencial para sustentar as cidades e apoiar a segurança hídrica das sociedades. Além disso, a estimativa do consumo de água sempre foi uma tarefa desafiadora para gestores de empresas de água e formuladores de políticas (ZUBAIDI *et al.*, 2020).

Nesse sentido, esse artigo propõem uma revisão bibliométrica sobre o tema de previsão e gestão da demanda de água, com o objetivo de buscar publicações desenvolvidas nesta área. Além disso, este trabalho apresenta uma análise dos resultados encontrados, em relação a ano de publicação, principais autores, países de origem, entre outros fatores.

Este artigo é composto de cinco seções. Nesta, o tema do trabalho e seu objetivo são exibidos. A próxima seção aborda a metodologia utilizada para atingir o objetivo descrito. Na sequência, a Seção 3 traz os resultados da bibliometria. Por último, a Seção 5 tece as conclusões sobre este estudo, e em seguida as referências utilizadas no artigo são apresentadas.

2. Metodologia

Para este estudo, foram utilizadas as fases iniciais da metodologia *Methodi Ordinatio*, proposta por Pagani *et al.* (2015, 2017). Na elaboração desta bibliometria utilizou-se as bases de dados Scopus (2020) e Web of Science (2020) como ferramentas de busca. Dessa forma, obteve-se artigos relacionados ao tema de demanda de água, bem como sobre a aplicação de métodos de previsão e gestão da mesma.

As pesquisas foram feitas na modalidade avançada, a partir de termos previamente definidos, encontradas no título, resumo e nas palavras-chave dos materiais prospectados. Neste caso, há vários termos utilizados que se referem a previsão de demanda de água. Por isso, determinou-se três palavras-chave principais para a realização da busca: *water demand*, *water demand forecast* e *water management*. A sintaxe da busca e os resultados encontrados estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da pesquisa

Pesquisa	Idioma	Scopus (título, resumo e palavras-chave)	Web of Science (título, resumo e palavras-chave)	Total
"water demand*" OR "water demand forecast*" OR "water management" (sem delimitação temporal)	Todos	151.350	34.285	185.635
	Inglês	140.191	33.051	173.242
	Português	421	185	606

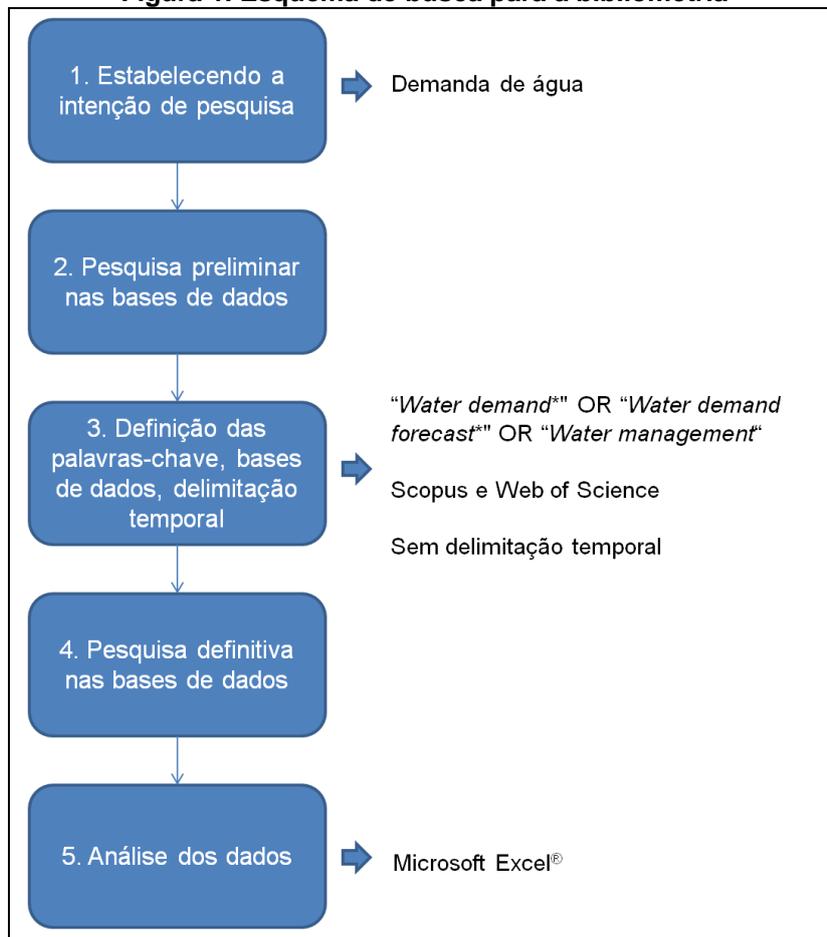
Fonte: Autoria própria (2020).

Em relação ao idioma escolhido para os termos, notou-se um maior número de resultados utilizando o inglês, em detrimento da relevância da pesquisa das palavras-chave em português.

Na realização das buscas, para que não haja resultados duplicados ao pesquisar os termos separadamente, optou-se por utilizar o operador booleano OR, além do uso de aspas, que permite a busca de duas ou mais palavras juntas, e do asterisco, que possui como função não limitar a forma de escrita da palavra.

A Figura 1 apresenta um esquema do passo a passo da pesquisa realizada.

Figura 1. Esquema de busca para a bibliometria



Fonte: Adaptado de Pagani et al. (2017).

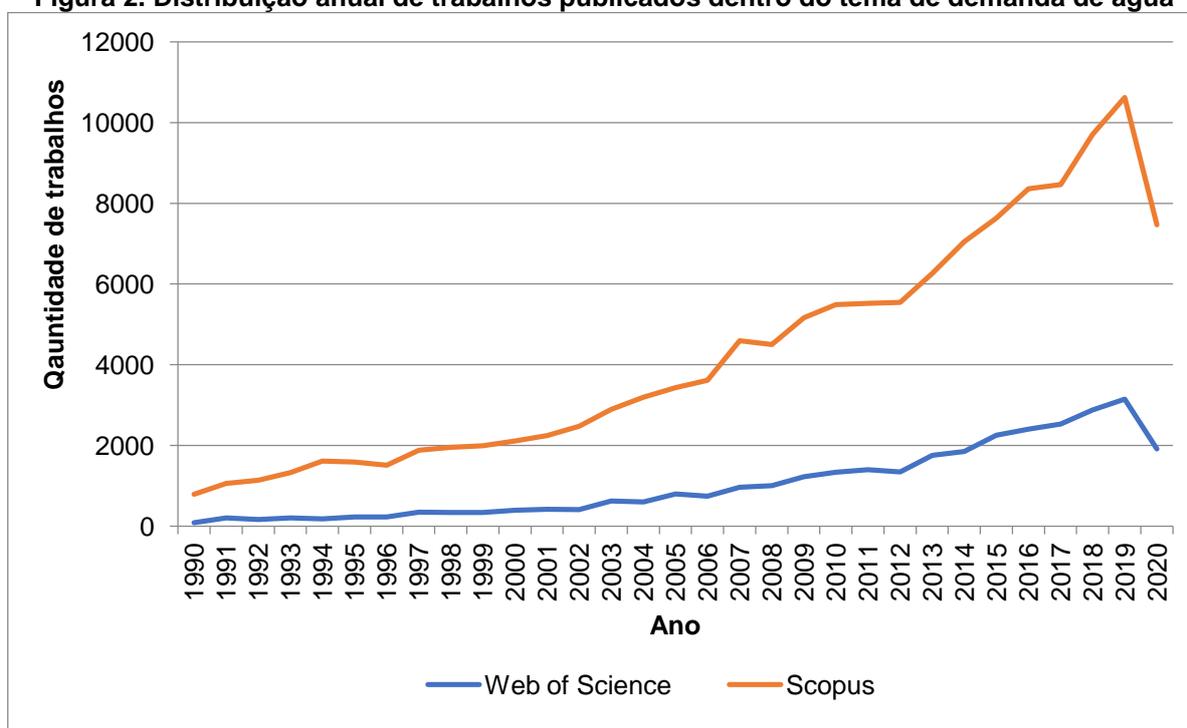
Os resultados encontrados com a busca nas bases escolhidas foram avaliados com auxílio da planilha Microsoft Excel[®]. Dessa forma, realizou-se as devidas comparações, unindo os dados encontrados em gráficos que apresentam o número de publicações por ano, a distribuição territorial, os autores, as áreas do conhecimento, as organizações filiadas e de fomento a pesquisa, além das principais revistas.

3. Resultados e discussão

Com a pesquisa dos termos *water demand*, *water demand forecast* e *water management* obteve-se um total de 185.635 publicações nas bases de dados Scopus e Web of Science. Deste número tem-se que a maior parte refere-se a trabalhos no idioma inglês e apenas 606 em português, o que evidência a baixa relevância da busca nesta linguagem.

A primeira análise refere-se evolução temporal das publicações encontradas, disponibilizada de forma gráfica na Figura 2, que apresenta a quantidade de artigos encontrados por ano.

Figura 2. Distribuição anual de trabalhos publicados dentro do tema de demanda de água



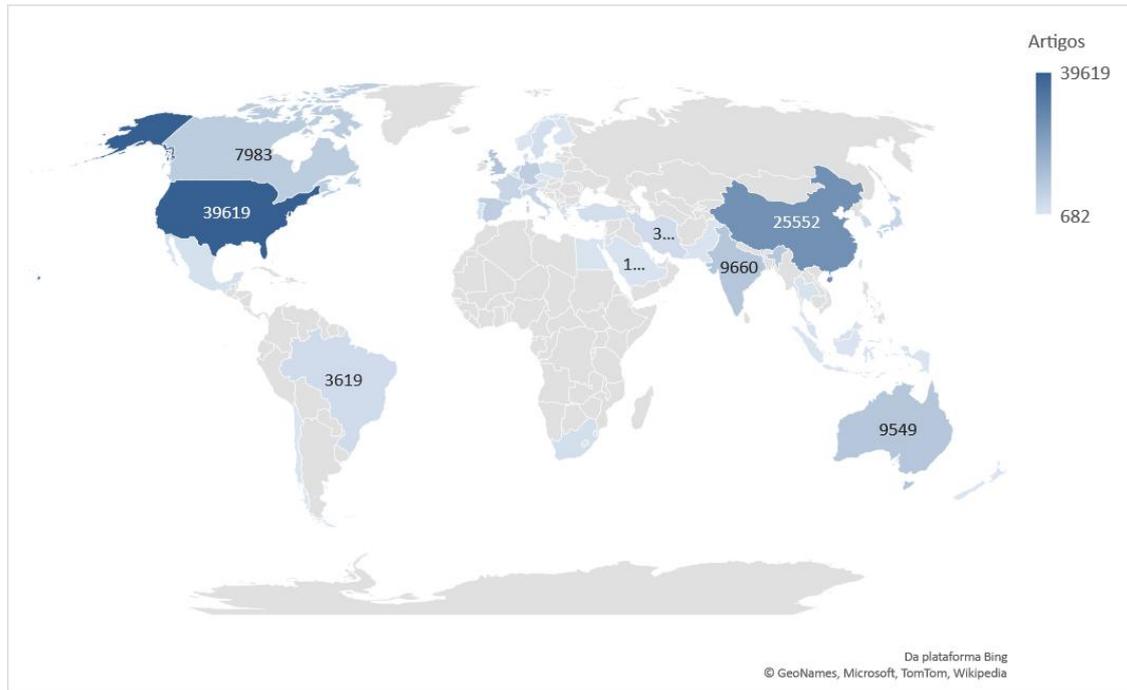
Fonte: Dados de pesquisa (2020).

Percebe-se que, ao longo do tempo, o número de publicações relacionadas a demanda de água tem aumentado de forma considerável, sendo que atingiu seu pico no ano de 2019, com 10.623 trabalhos na base de dados Scopus e 3.148 na Web of Science.

Além disso, no ano de 2020, nota-se um quantitativo inferior aos anos anteriores, pelo fato da pesquisa ter sido realizada no mês de agosto (23/08/2020) deste ano. Entretanto, no resultado prévio consta a publicação de 7.469 trabalhos na Scopus e 1.918 na Web of Science, demonstrando números propícios para a ocorrência de novos recordes de quantidade.

Outro fator estudado refere-se a origem das pesquisas. Para tanto, agrupou-se os países que obtiveram o maior número de trabalhos publicados, utilizando uma legenda de cores, conforme apresentado no mapa da Figura 3.

Figura 3. Principais origens das publicações pesquisadas



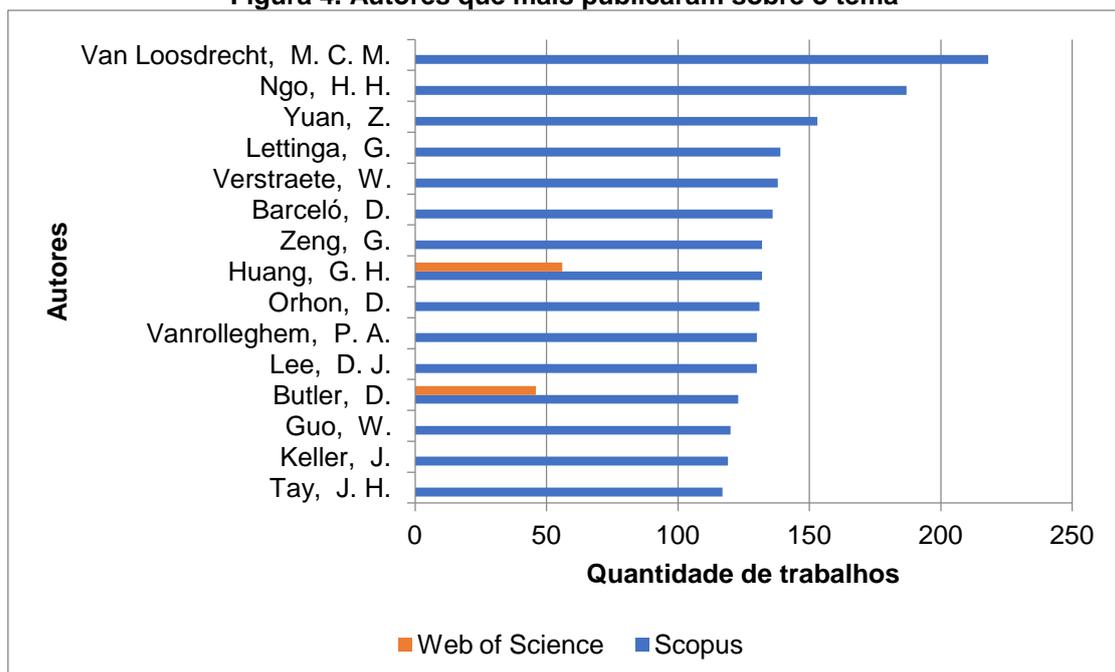
Fonte: Dados de pesquisa (2020).

Dessa forma, os cinco países que obtiveram um maior número de publicações sobre o tema são: EUA (39.619), China (25.552), Reino Unido (10.055), Austrália (9.549) e Índia (9.660), contabilizando os trabalhos encontrados nas duas bases de dados utilizadas. Já o Brasil ficou na 14ª posição, com um total de 3.619 artigos.

Também analisou-se os trabalhos encontrados em relação aos autores que mais escreveram sobre o assunto de demanda e gestão de água.

Dessa forma, construiu-se um gráfico (Figura 4) que mostra uma classificação dos autores, conforme o número de publicações. Nota-se que na base de dados da Scopus encontrou-se a maioria dos autores, onde apenas H. G. Huang e D. Butler foram encontrados nas duas bases pesquisadas.

Figura 4. Autores que mais publicaram sobre o tema



Fonte: Dados de pesquisa (2020).

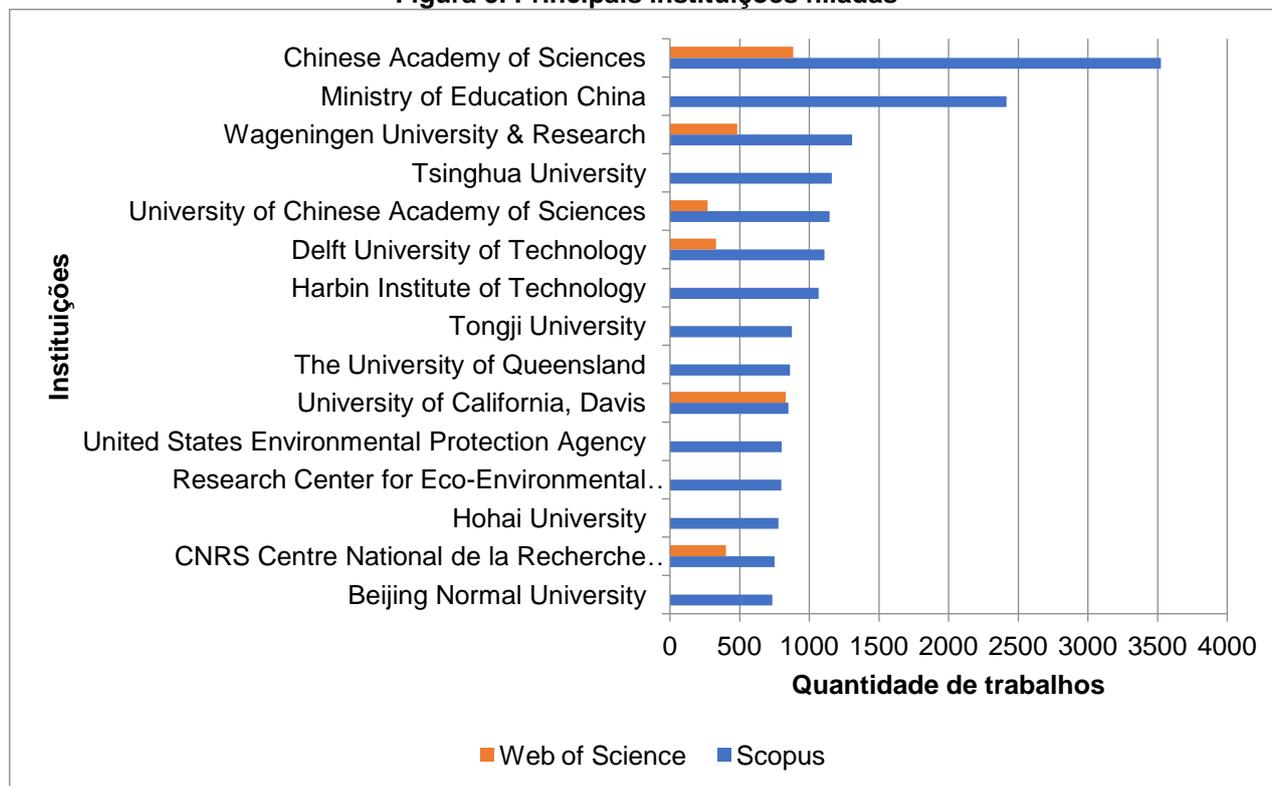
O autor mais influente do portfólio foi M. C. M. Van Loosdrecht, com 218 artigos na base Scopus. Trata-se de um autor com origem nos Países Baixos, que possui publicações sobre o tema desde 1992. Seus trabalhos abordam, principalmente, formas de tratamento e gestão de águas residuais na área de ciências do ambiente, sendo a maioria ligados à universidade de Delft University of Technology.

O segundo autor mais influente é H. H. Ngo, com 187 publicações na Scopus. Este, está vinculado à University of Technology Sydney, na Austrália, e realiza pesquisas sobre o assunto desde 1995. As palavras-chaves mais encontradas em suas pesquisas são: tratamento de águas residuais, além de purificação e remoção de poluentes da água, principalmente com o uso de biorreatores.

O terceiro autor, Z. Yuan, faz publicações desde 1998, sendo 153 artigos na Scopus. Suas pesquisas estão atreladas com a University of Queensland, na Austrália, e semelhante ao autor citado anteriormente, também trabalha com gestão de águas residuais, tratamento de águas poluídas e biorreatores.

A maioria dos artigos publicados também estão vinculados a uma instituição de ensino, onde os pesquisadores elaboram seus trabalhos. Nesse sentido, a Figura 5 apresenta um *ranking* das instituições que apresentaram os maiores resultados nas buscas.

Figura 5. Principais instituições filiadas



Fonte: Dados de pesquisa (2020).

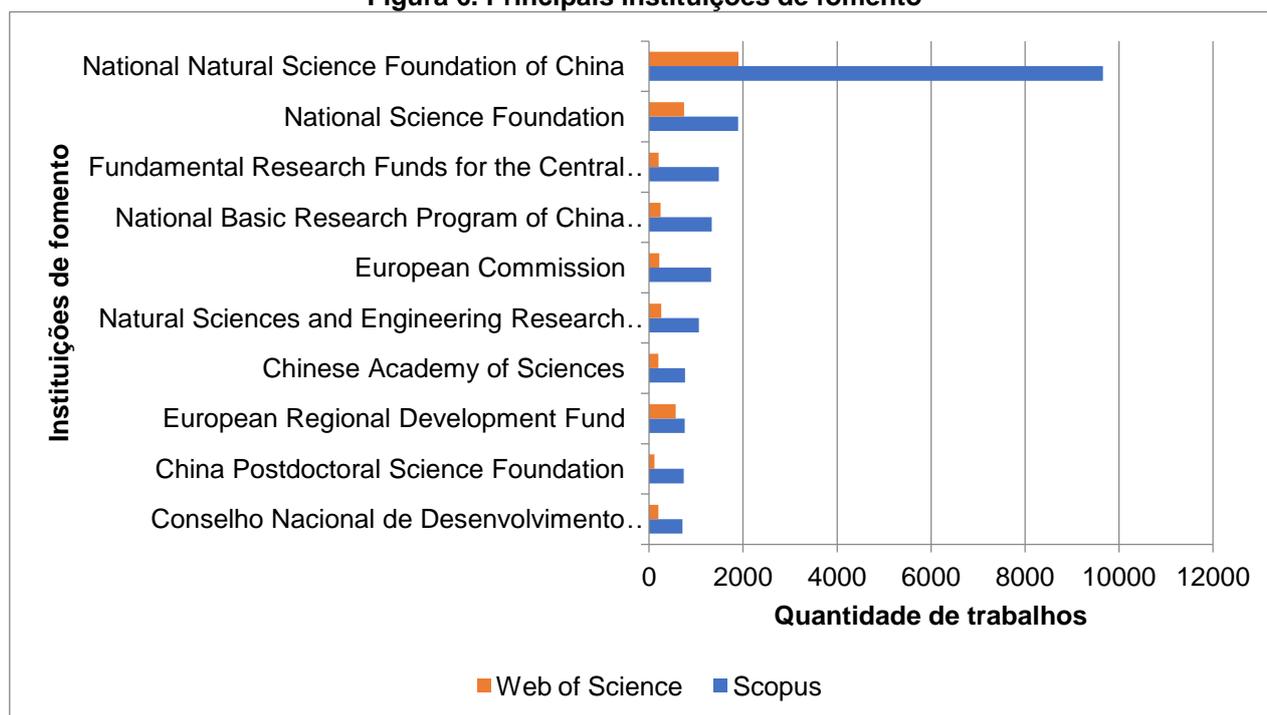
A universidade com mais publicações nesta área é a Chinese Academy of Sciences, com 3.524 artigos publicados na Scopus e 885 artigos na Web of Science, totalizando 4.409 trabalhos. É um instituto fundado em 1949, voltado às ciências naturais e com sede em Pequim, na China. Entre as áreas de destaque em pesquisa desta instituição tem-se física quântica, paleontologia e astronomia.

A segunda organização em evidência foi a Ministry of Education of the People's Republic of China, com 2.414 publicações pertencentes à esta área de pesquisa, encontradas na base de dados da Scopus. Esta é uma agência que regula os aspectos educacionais da China, desde o ensino básico ao superior, e possui várias instituições e universidades como parceiras.

Na terceira posição tem-se a Wageningen University & Research, com 1.307 artigos na Scopus e 483 na Web of Science, completando 1.790 trabalhos publicados. É uma instituição formada pela colaboração entre a Wageningen University e a Wageningen Research Foundation, sendo localizada nos Países Baixos, onde possui mais de 12.500 alunos. Possui posição de destaque em *rankings* internacionais e índices de citação e seus estudos concentram-se nas áreas de clima, biodiversidade, produção de alimentos, nutrição saudável e segura e economia circular.

Além das instituições filiadas, analisou-se, também, as instituições de fomento, ou seja, aquelas que financiam pesquisas que precisam de materiais, estrutura física e mão de obra. Assim sendo, elaborou-se um gráfico (Figura 6) que apresenta as dez instituições que mais se destacaram no quesito de quantidade de publicações na área que aborda a demanda de água.

Figura 6. Principais instituições de fomento



Fonte: Dados de pesquisa (2020).

De acordo com o gráfico, as instituições de fomento que mais fornecem incentivos financeiros às pesquisas sobre o assunto são: National Natural Science Foundation of China (11.560), National Science Foundation (2.643), Fundamental Research Funds for the Central Universities (1.690), National Basic Research Program of China (1.580) e European Commission (1.540), somando os artigos encontrados nas duas bases de dados utilizadas.

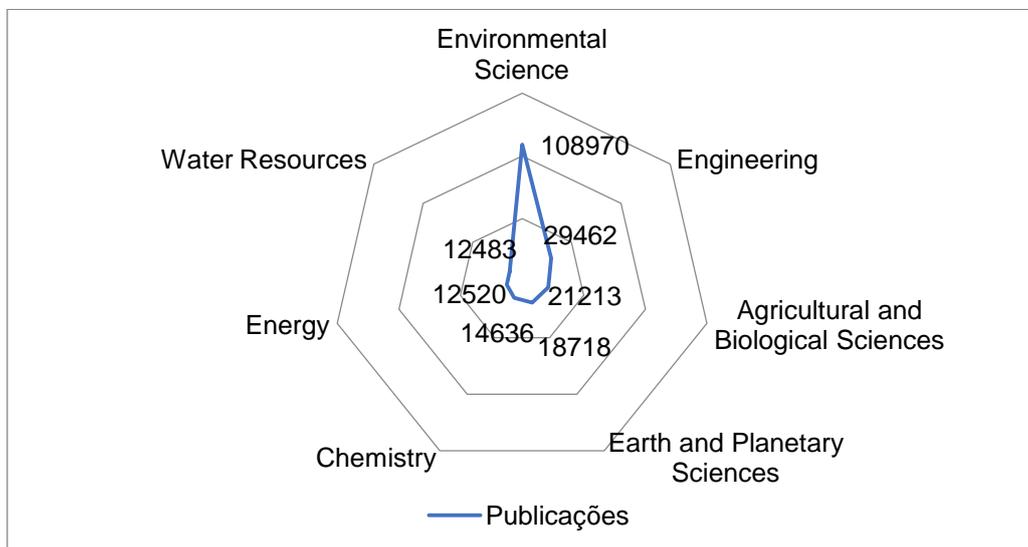
Nota-se que a China está presente no *ranking* com cinco instituições, sendo que este fato pode ser justificado pela crescente escassez de água no país. Segundo Wang *et al.* (2017) a escassez de água na China é um problema regional, principalmente nas áreas do norte. Isso se reflete na distribuição limitada e desigual dos recursos hídricos, esgotamento de águas superficiais e subterrâneas, degradação da qualidade da água e aumento da demanda. Consequentemente, o governo chinês tentou controlar o total de água retirada, melhorar a eficiência do uso da água e controlar a poluição da água.

Já as demais instituições pertencem a Europa, Estados Unidos e Canadá, regiões que também sofrem com a escassez de água.

As áreas do conhecimento abordadas nas publicações também foram analisadas. Dessa forma, obteve-se um gráfico (Figura 7), que apresenta as sete principais áreas

encontradas: Ciências do Ambiente (108.970), Engenharia (29.462), Agricultura e Ciências Biológicas (21.213), Ciências Planetárias e da Terra (18.718), Química (14.636), Energia (12.520), Recursos Hídricos (12.483). Os dados referentes a área do conhecimento, colhidos nas duas bases, foram agrupados conforme as nomenclaturas semelhantes.

Figura 7. Áreas do conhecimento

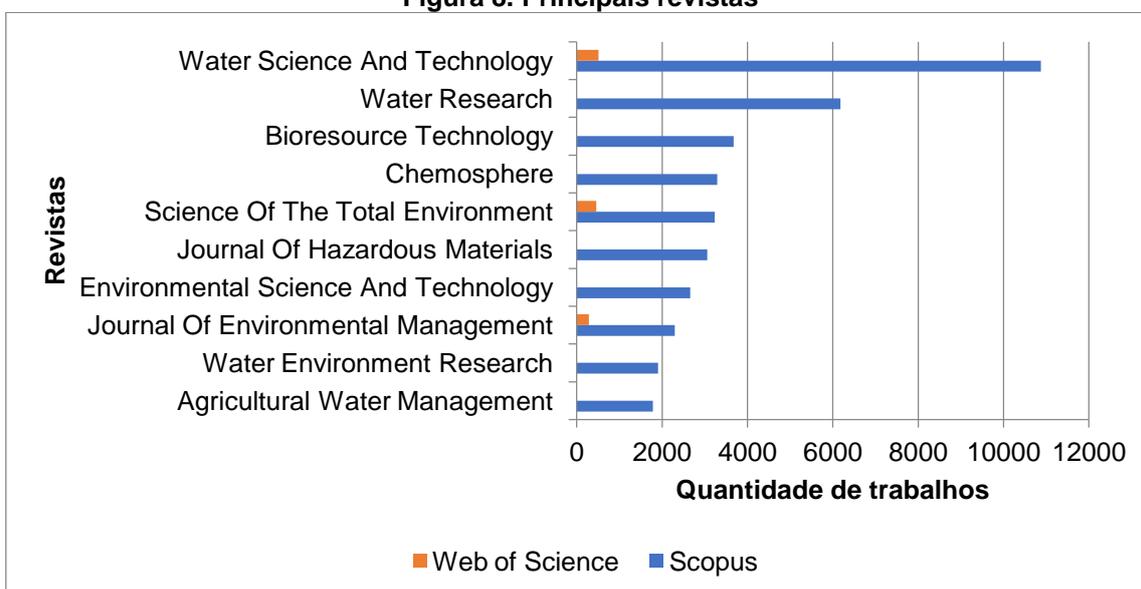


Fonte: Dados de pesquisa (2020).

A área de Ciências do Ambiente está relacionada diretamente com a água. Já a Engenharia também é um setor importante, pois busca solucionar problemas que envolvem os recursos hídricos. Quanto ao campo Agricultura e Ciências Biológicas, percebe-se uma grande preocupação com o uso da água para fins de produção de alimentos e seu impacto causado no meio ambiente.

Por último, analisou-se as principais revistas que publicam sobre esse tema, em que obteve-se o *ranking* apresentado na Figura 8. Observa-se que as revistas que mais abordam o tema de demanda de água são: *Water Science And Technology* (11.391), *Water Research* (6.176), *Science Of The Total Environment* (3.692), *Bioresource Technology* (3.676), *Chemosphere* (3.291), considerando a soma dos resultados nas bases Scopus e Web of Science.

Figura 8. Principais revistas



Fonte: Dados de pesquisa (2020).

A revista *Water Science And Technology* pertence ao grupo IWA Publishing, que possui 15 periódicos líderes do setor na área, incluindo *Ciência e Tecnologia da Água*, *Pesquisa em Hidrologia e Pesquisa na Água*. Este jornal publica artigos sobre todos os aspectos da ciência e tecnologia de tratamento de águas residuais e gestão da qualidade da água em todo o mundo (IWA PUBLISHING, 2020). Já a *Water Research*, publicada pela Elsevier, é um *journal* de acesso aberto, também pertencente a IWA (International Water Association), que compartilha os mesmos objetivos escopo, equipe editorial, sistema de submissão e rigorosa revisão por pares, além de publicar artigos de pesquisa originais referenciados em todos os aspectos da ciência e tecnologia da qualidade da água.

4. Considerações finais

A preocupação com a demanda e a gestão da água tem aumentado ao longo do tempo e de uma forma quase linear. Os problemas ambientais, principalmente relacionados com a poluição e a má distribuição de chuvas agravam a disponibilidade deste recurso.

Por isso, é essencial que se tenha pesquisas na área, com o intuito de prever a demanda da água em países e cidades, além de criar tecnologias para uma melhor gestão do abastecimento deste recurso.

Para entender o panorama atual de tais estudos, o presente trabalho teve como objetivo analisar, através da prospecção bibliométrica, palavras-chave, locais, instituições, autores e áreas que mais se aplicam e investem em pesquisas relacionadas a água.

Nas duas bases de dados prospectadas foram encontradas 173.242 publicações, em que os principais países que realizam estudos sobre a gestão e demanda da água foram Estados Unidos, China, Reino Unido, Austrália e Índia.

O autor M. C. M. Van Loosdrecht é o escritor com maior números de publicações, com 218 artigos na base Scopus, seguido pelo britânico H. H. Ngo, com 187 publicações, também na Scopus. Já a instituição com mais resultados é a universidade Chinesa Chinese Academy of Sciences e aquela que mais destinou financiamento para pesquisas é a National Natural Science Foundation of China, novamente da China.

Pode-se notar que há diversos estudos em cima desse tema, visto a sua importância para a sociedade, além de vários países já sofrerem com falta de água. Sugere-se que em próximos trabalhos seja feita uma nova busca, pois o número de publicações aumenta rapidamente, com isto há a possibilidade de encontrar novas tecnologias e soluções relacionadas a questão da água.

Referências

IWA PUBLISHING. **Water Science & Technology**: Aims & Scope. 2020. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/pages/Aims_and_Scope>. Acesso em: 03 set. 2020.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, [S.L.], v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 12 set. 2015.

_____. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ciência da Informação**, v. 46, n. 2, maio/ago. 2017.

SCOPUS. **Advanced search**. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/31IXATA>>. Acesso em: 14 abr. 2020.

UNITED NATIONS. **World population prospects 2019**: Highlights. New York, United Nations, 2019. Disponível em <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf> Acesso em: 10 set. 2020.

_____. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. New York, United Nations, 2018. Disponível em <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>> Acesso em: 10 set. 2020.

_____. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights**. New York, United Nations, 2014. Disponível em <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Methodology.pdf>> Acesso em: 10 set. 2020.

VIJAI, P.; SIVAKUMAR, P. B. Design of IoT Systems and Analytics in the Context of Smart City Initiatives in India. **Procedia Computer Science**, v. 92, p. 583–588, 2016.

WANG, J. *et al.* Growing water scarcity, food security and government responses in China. **Global Food Security**, v. 14, n. January, p. 9–17, 2017.

WEB OF SCIENCE. **Advanced search**. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/2Zf8U1k>>. Acesso em: 14 abr. 2020.

ZUBAIDI, S. L. *et al.* Urban water demand prediction for a city that suffers from climate change and population growth: Gauteng province case study. **Water (Switzerland)**, v. 12, n. 7, p. 1–17, 2020.