

Segurança hídrica: análise bibliométrica da produção científica global e brasileira



Water security: bibliometric analysis of global and Brazilian scientific production




- **Data de entrada:**
01/11/2022
- **Data de aprovação:**
08/11/2022

Livinson Volmar¹ | Artemisa Fontinele Frota¹ | Rosa Lindjhenys de Oliveira Jorge¹ |
Ticiania Marinho de Carvalho Studart¹ | Iran Eduardo Lima Neto^{1*}

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2023.059>

ORCID ID

Volmar L.  <https://orcid.org/0000-0002-0486-2236>
Frota AF.  <https://orcid.org/0000-0003-2685-7072>

Jorge RSO.  <https://orcid.org/0000-0001-7474-0050>
Studart TMC.  <https://orcid.org/0000-0001-9317-3645>
Lima Neto IE.  <https://orcid.org/0000-0001-8612-5848>

Resumo

A preocupação com os recursos hídricos está aumentando devido à menor disponibilidade de água e ao aumento da demanda. Diante disso, a Segurança Hídrica (SH) foi criada para aprimorar a segurança desses recursos e proteger contra os impactos causados pelas mudanças climáticas. Dessa forma, o presente estudo traz uma análise bibliométrica da temática “Segurança Hídrica”, que está presente no acervo principal da Web of Science. De fato, essa temática representa um total de 965 publicações distribuídas no período entre 1993 a 2022. Por meio da investigação das informações disponíveis, nas quais o termo “water security index” estava contido em seus títulos, apenas os documentos dos tipos artigo, artigo de conferência, artigo de revisão e artigo com acesso antecipado foram considerados no estudo. Como ferramenta de análise, empregaram-se dois pacotes de software: o aplicativo Biblioshiny, que pode ser acessado no pacote Bibliometrix de R, e o VOSviewer. Em seguida, os resultados foram analisados quanto aos níveis de autores, fontes e documentos referentes ao número de publicações, citações totais, índices de impacto, redes de colaboração e ocorrência de palavras-chave. Essa análise mostrou uma tendência clara de crescimento do interesse da comunidade científica no tema SH, bem como subsidiou uma discussão acerca dos desafios a serem enfrentados no contexto global e brasileiro.

Palavras-chave: Segurança Hídrica. Biblioshiny. Análise Bibliométrica. WoS, VOSviewer.

Abstract

Concern over water resources is increasing due to decreased water availability and increased demand. In light of this, Water Security (WS) was created to improve the security of these resources and protect against the impacts caused by climate change. Thus, this study brings a bibliometric analysis of the theme "Water Security", which is present in the main collection of the Web of Science. In fact, this theme represents a total of 965 publications distributed in the period between 1993 and 2022. By investigating the available information, in which the term "water security index" was contained in its titles, only documents of the types article, conference paper, review article, and early access article were considered in the study. As an analysis tool, two software packages were employed: the Biblioshiny application, which can be accessed through R's Bibliometrix package, and VOSviewer. The results were then analyzed for author, source, and document levels in terms of number of publications, total citations, impact

¹ Universidade Federal do Ceará - Fortaleza - Ceará - Brasil.

* **Autor correspondente:** iran@deha.ufc.br.

ratings, collaboration networks, and occurrence of keywords. This analysis showed a clear tendency of growth in the scientific community's interest in the HS theme, as well as subsidizing a discussion about the challenges to be faced in the global and Brazilian context.

Keywords: Water Security. Biblioshiny. Bibliometric Analysis. WoS. VOSviewer.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para todas as atividades ecológicas e socioeconômicas. No entanto, há variações espaciais e temporais significativas em sua disponibilidade, levando à escassez de água em muitas partes do mundo (MARTINS et al., 2021). Por essa razão, nas últimas décadas, o termo segurança da água tem sido cada vez mais utilizado em estudos técnico-científicos e debates políticos. Esses conceitos são relevantes, dada a crescente importância do bem-estar público e do desenvolvimento sustentável. De fato, a segurança hídrica está diretamente ligada às pressões do crescimento urbano global e sua interferência nos recursos hídricos, o que tem implicações para a sustentabilidade e a proteção da saúde humana. As demandas futuras de água estão sujeitas a incertezas crescentes à medida que a escassez de água continua a crescer. Como resultado, a sociedade está cada vez mais exposta aos riscos associados às demandas insuficientes e/ou à qualidade inferior da água (WHO, 2012).

Pode-se ver, portanto, que os problemas relacionados à insegurança hídrica vão muito além da infraestrutura urbana de abastecimento de água localizada ao redor de rios, estuários e áreas costeiras, acarretando também na poluição, devido ao despejo de resíduos municipais e industriais combinando com a exploração excessiva dos recursos hídricos disponíveis, o que afeta o bem-estar da população e a saúde pública (OLIVEIRA FILHO e LIMA NETO, 2017; LIMA et al., 2018; ARAÚJO e LIMA NETO, 2019; FRAGA et al., 2020; FREIRE et al., 2021). Daí a importância de uma

força tarefa em nível internacional, visando ao acesso universal e seguro à água potável, reduzindo a vulnerabilidade da população já afetada pela crise hídrica, projetando investimentos em infraestrutura adequada e buscando reversão desta situação até 2030 (PNUD, 2015).

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA foi criada em 2001 com a missão de implementar a política nacional de gestão dos recursos hídricos (ANA, 2022). Um dos produtos gerados, o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), inova ao apresentar um Índice de Segurança Hídrica (ISH) que considera as quatro dimensões do conceito de segurança hídrica (humana, econômica, ecossistêmica e resiliência), agregadas para compor um índice global para o Brasil, representativo da diversidade do território nacional. Em síntese, o ISH varia de grau mínimo, notadamente na região Nordeste (RABELO, 2017; RABELO e LIMA NETO, 2018), ao grau máximo, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Norte do país (ANA, 2019; SANTOS et al., 2019).

Diante do exposto, a segurança hídrica representa um indicador que pode ser utilizado para avaliar a situação hídrica de determinada área e que vem sendo adotado por diversos pesquisadores e estudiosos de recursos hídricos desde a sua criação. Nesse sentido, o objetivo deste estudo é analisar a evolução da produção científica a respeito da segurança hídrica usando como base de dados o *Web of Science* (WoS), para mostrar a potencialidade das ferramentas bibliométricas: o pacote Bibliometrix na linguagem de programação R e o VOSviewer. A WoS é uma base de dados bibliográfica com cobertura interdisciplinar que permite realizar tarefas

como a pesquisa e seleção de periódicos em inúmeras áreas acadêmicas, a avaliação de pesquisas e as análises bibliométricas. Finalmente, este artigo apresenta as informações técnicas da análise bibliométrica e se justifica pela relevância em disponibilizar uma visão abrangente do panorama atual considerando os avanços e desafios sobre a segurança hídrica em nível global e nacional.

2 METODOLOGIA

A análise bibliométrica, segundo Pritchard (1969), é “aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros e outros meios de comunicação”. Em outras palavras, esse tipo de análise pode ser definida como uma técnica de pesquisa que engloba métodos voltados a coletar e investigar quantitativamente a literatura acadêmica, como forma de obter uma avaliação de determinada área em análise (MORETTI; CAMPANÁRIO, 2009). A discussão inicial sobre bibliometria teve início na década de 1950 (WALLIN, 2005), o que sugere que a metodologia bibliométrica não é nova.

Spinak (1996) e Vasconcelos (2014) elucidam que a pesquisa bibliométrica investiga a produtividade dos indivíduos presentes no ambiente científico e tecnológico por meio da avaliação categórica das fontes bibliográficas e de referências, das relações e padrões de organização, bem como pontos críticos, tendências e contrapontos.

Nesse sentido, o presente artigo faz uso do procedimento metodológico do estudo bibliométrico para analisar a evolução da produção científica sobre a SH. A base de dados selecionada para a análise foi a coleção principal do *Web of Science* (WoS), por ser uma das mais importantes bases de dados do mundo, ao conter dezenas de milhões de registros bibliográficos das principais fontes da atualidade.

Na pesquisa das publicações sobre a Segurança Hídrica na plataforma WoS, realizada até feve-

reiro de 2022, utilizou-se o filtro de tipo de documento, selecionando as opções artigos, artigos de conferência, artigos de revisão e acesso antecipado, e manteve-se como critério inicial a existência do termo “*water security index*” nos resumos, o que retornou 952 estudos publicados.

Em seguida, optou-se por reformular a estratégia de coleta, ampliando a busca para o termo “*water security index*” no título e no resumo, o que retornou 954 artigos. Por fim, decidiu-se reformular a estratégia novamente com o mesmo termo “*water security index*”, mas usando os campos de título, palavras-chave de autor e resumo, o que acarretou um aumento de mais 11 artigos. Desse modo, a pesquisa conta com 965 artigos coletados para análise.

O Biblioshiny é um software flexível e fácil de usar, sendo uma importante ferramenta para o design da análise bibliométrica, realizando automaticamente a organização das informações e geração de figuras e gráficos. Assim, foram utilizados dois pacotes de software, o Biblioshiny e o VOSviewer, devido à capacidade de lidar com vários tipos de informações e extensas ferramentas algorítmicas incorporadas para avaliar e visualizar as conexões de rede.

A Bibliometrix foi desenvolvida por Massimo Aria e Corrado Cuccurullo, da Universidade de Nápoles, e Luigi Vanvitelli, da Universidade da Campânia (Itália). Ela consiste em uma ferramenta de código aberto gratuita para pesquisa quantitativa em cienciométrica e bibliometria que inclui os principais métodos bibliométricos de análise. A partir dessa biblioteca Bibliometrix 3.1 na linguagem R., é possível acessar o aplicativo Biblioshiny, que possui uma interface gráfica que torna bem mais simples a implementação da análise, gerando imagens, gráficos e tabelas que podem ser exportadas em vários formatos diferentes.

O VOSviewer é uma ferramenta de software desenvolvida pelo Centro de Ciência e Estudos

Tecnológicos (CWTS) na Universidade de Leiden (Holanda), projetada para a construção e visualização de redes bibliométricas, com periódicos ou publicações individuais, com autores e com base em co-citação, acoplamento bibliográfico ou relações de co-autoria (VAN-ECK; WALTMAN, 2010). Esta também oferece a possibilidade de construir redes de co-ocorrência de termos importantes extraídos de um corpus de literatura científica, usando uma funcionalidade de mineração de texto. Neste estudo foi utilizada a versão 1.6.18 também para gerar as redes com os *clusters* de co-ocorrência com maior relação e frequência nas publicações sobre a temática.

A plataforma Web of Science disponibiliza a opção de exportação de dados em arquivo de texto, na opção “registro completo e referências citadas”, no tipo de arquivo “texto sem formatação”, onde é gerado um arquivo com todas as informações referentes às publicações selecionadas e que pode ser lido pelo Biblioshiny. Vale destacar que pode haver necessidade de modificação do arquivo gerado pela Web of Science, como neste caso, devido à falta de algumas informações necessárias para a análise ou a uma mesma informação escrita de duas maneiras diferentes.

Também é importante destacar que a grande maioria dos trabalhos com foco no Brasil foi publicada em meios nacionais que não são disponibilizados até a presente data no WoS, tais como trabalhos técnicos e científicos publicados em anais de conferências nacionais, livros e periódicos.

A partir das informações geradas, procedeu-se à análise dos seguintes resultados: principais informações; distribuição temporal das publicações e citações; principais áreas temáticas das publicações; quantidade de publicações, citações e impacto das fontes e dos autores; produção científica por países; conteúdo dos documentos (publicações mais citadas; redes de co-ocorrência das palavras-chave mais utiliza-

das pelos autores; dinâmica das palavras); conteúdo das estruturas conceituais (mapa temático para o campo da palavras-chave do autor), e a visão geral de três campos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme descrito na metodologia, fez-se a pesquisa, na plataforma WoS dos dados bibliométricos dos artigos sobre a segurança hídrica e, posteriormente, foi realizado o tratamento desses dados utilizando dois pacotes de software: o aplicativo Biblioshiny, acessado por meio da biblioteca Bibliometrix do R, e o VOSviewer. Para a análise dos resultados, inicialmente será feito um diagnóstico geral dos dados bibliométricos, seguido dos estudos dos artigos quanto às fontes, aos autores, aos documentos, às estruturas conceituais, e à visão geral de três campos, nesta ordem.

3.1 Conjuntos de dados

A Tabela 1, gerada pelo Biblioshiny e adaptada pelos autores, apresenta diversas informações a respeito do conjunto de dados bibliométricos utilizado nessa pesquisa. Dessa forma, o conjunto de dados, composto por 965 documentos, sendo a maioria do tipo artigo (919), seguido de artigos de conferência (30), artigos de revisão (12) e artigo com acesso antecipado (4). Todos foram publicados durante o intervalo de tempo de 1993 a 2022 em 394 fontes diferentes e apresentaram uma média de anos de publicação, isto é, a média de anos que um artigo pode ser citado, de 4,24 anos. As médias de citações por documentos e por ano por documento foram, respectivamente, 16,84 e 2,544. Além disso, os documentos somaram um total de 43.149 referências.

Quanto ao conteúdo dos documentos, verificaram-se dois tipos de palavras-chaves. As palavras-chave do autor, que como está subtendido por sua denominação, são as palavras-chave dos artigos escolhidas por seus respectivos autores e representam pontos essenciais sobre conteúdo do

artigo. As *Keywords Plus*, por outro lado, são termos de índice gerados automaticamente a partir dos títulos de artigos citados e devem aparecer mais de uma vez na bibliografia. Esses termos são ordenados de frases com várias palavras a termos únicos e aumentam o número de resultados tradicional de palavras-chave ou títulos (CLARIVATE ANALYTICS, 2020). Nessa pesquisa, foram identificadas 3.275 palavras-chave do autor e 2.376 *Keywords Plus*.

Quanto aos autores, foram identificados 3.942 em 4.728 aparições, visto que cada autor pode ter mais de um artigo, seja ele de autoria única ou multiautoral. Além disso, apenas 30 autores possuem documentos de autoria única, enquanto os outros 4.722 possuem artigos publicados apenas em parceria com outros autores.

Quanto à colaboração dos autores, verificou-se que apenas 30 dos 965 documentos têm autoria única, sendo seus autores LIU Y, com 2 artigos, e

CIMINI A., EL-DIN N.M.S., ESOIMEME E.E., FUSSEL H.M., GBIGBI T.M., GIDEY A., GULCIN D., HASSAN A.A., HUANG S.T.Y., MOSER A., NADERI M., OBADE V.D., OMMANI A.R., OZTURK I., PALADINI S., PATIDAR H., ROJAS O., ROMANOV A.N., SELVARAJU R., SEM Z., ADU M.O., CHEN H.S., AMEEN H.A., AMOO O.M.A., ATIENZA M.E.L., e ADGBOYEGA S.A.A. com apenas um artigo de autoria única. O número de documentos por autor foi de 0,245, sendo um valor baixo, como esperado, visto que o número de autores por documento (inverso do número de documentos por autor) foi de 4,08. O número de coautores por documento, ou seja, a média da quantidade de autores dos documentos foi de 4,90, resultando em um índice de colaboração (CI = autores de documentos multiautorais / documentos multiautorais) de 4,18. Esses resultados apresentam valores que refletem o fato de que a maioria dos artigos (96,89%) são multiautorais.

Tabela 1 - Principais informações

Descrição	Resultados
PRINCIPAIS INFORMAÇÕES SOBRE OS DADOS	
Intervalo de tempo	1993:2022
Fontes (revistas, livros, etc.)	394
Documentos	965
Média de anos de publicação	4.24
Média de citações por documentos	16.84
Média de citações por ano por documento	2.544
Referências	43149
TIPOS DE DOCUMENTOS	
Artigos	919
Artigos com acesso antecipado	4
Artigos de conferências	30
Artigos de revisão	12
CONTEÚDO DO DOCUMENTO	
Keywords plus (ID)	2376
Palavras-chave do autor (DE)	3275
AUTORES	
Autores	3942
Aparições do autor	4728
Autores de documentos de autoria única	30
Autores de documentos multiautorais	3912
COLABORAÇÃO DOS AUTORES	
Documentos de autoria única	30
Documentos por Autor	0.245
Autores por Documento	4.08
Coautores por Documentos	4.90
Índice de colaboração	4.18

Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

A Fig. 1 apresenta o gráfico das publicações e citações por ano, em que é possível notar a tendência de aumento tanto do número de publicações como de citações a respeito da segurança hídrica. Os anos de 1994 e 1997 foram os únicos em que não houve publicações, enquanto o ano de 2021 foi o que apresentou a maior produção científica sobre o tema, com 420 artigos.

El-Din (1993) tratou o termo “segurança hídrica” como uma medida que indica a riqueza ou segurança dos recursos hídricos disponíveis para uma região para as necessidades domésticas e a demanda de produção de alimentos, em proporção ao tamanho de sua população.

Moser (1996) fez a redefinição da segurança hídrica levando em consideração as tecnologias eco-sustentáveis seguindo o caminho da “alta tecnologia” para a “tecnologia limpa” e para a “eco-tecnologia” ecologicamente e socialmente sustentável. Neste mesmo artigo, o autor discorreu sobre os principais fatores que afetam a situação hídrica em regiões áridas e semiáridas, como as diversidades nessas zonas climáticas, a

produtividade agrícola de sequeiro e ao estado de tratamento e desnitrificação de água potável, no caso de bioprocessos para produções industriais.

Em geral, observa-se um crescente aumento de publicações e citações sobre o tema SH ao longo dos anos. Vale destacar que, embora em 2014 tenha havido uma queda nas mesmas, a produção científica se intensificou mais na última década, provavelmente devido à menor disponibilidade de água para os diversos usos, que se agravou devido a diversos fatores, como o elevado crescimento populacional e econômico, o aumento da poluição dos corpos d’água e as mudanças climáticas.

A Fig. 2 apresenta o TreeMap, que exibe dados hierárquicos das principais áreas temáticas das publicações, como um conjunto de retângulos aninhados. Cada nível de hierarquia é representado por um retângulo colorido (tronco) que contém retângulos menores (folhas), sendo a área de ciências ambientais a que possui maior número de publicações, representando 43,731% do total.



Figura 1 - Publicações e citações por ano
Fonte: Adaptação Web of Science (2022).

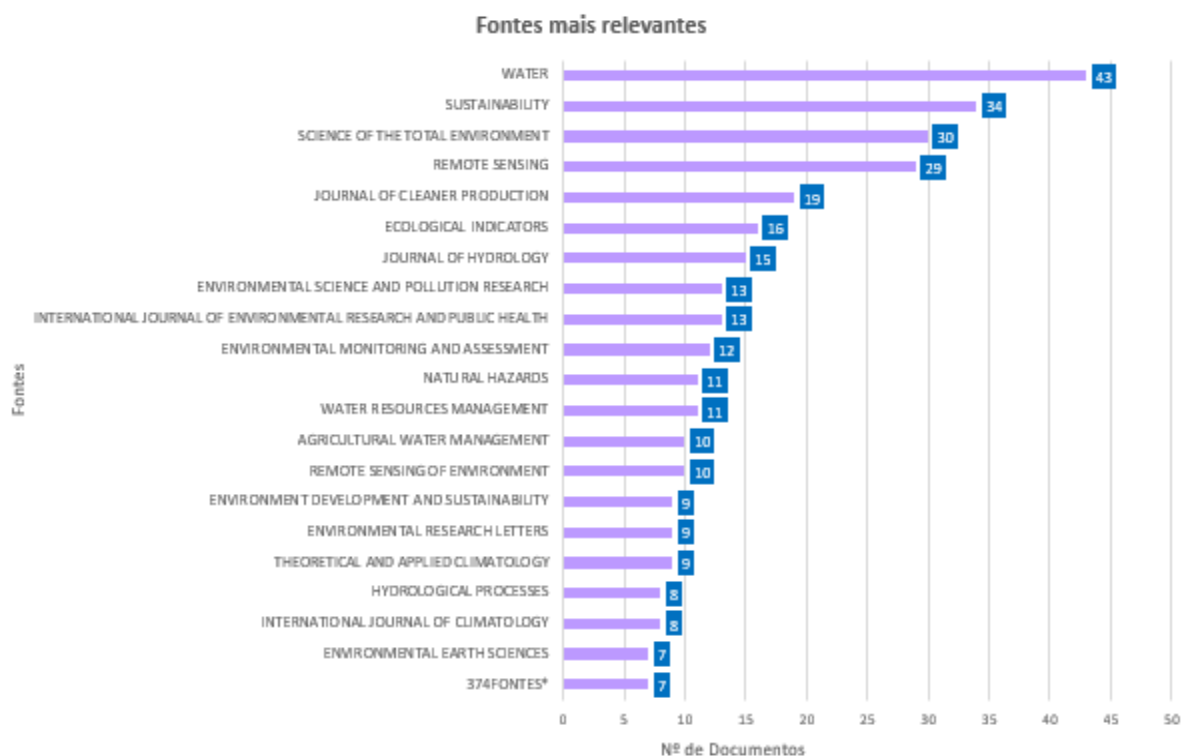


Figura 3 – Fontes mais relevantes.

Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

A *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* está em segundo lugar em número de citações, com apenas 388 a menos que a *Remote Sensing of Environment*, e é a revista com os menores índices h e g, ambos iguais a 5, que também foi o número de publicações, mostrando assim que todos os artigos publicados nessa fonte possuem 5 ou mais citações e juntos somam mais de 25 citações. A *Ecological Indicators* conta com o terceiro maior número de citações, 564 ao todo. No entanto, apesar de ter 15 publicações, conta com um h = 11, o que indica que apenas 11 artigos apresentam 11 ou mais citações. Em quarto lugar aparece a *Science of the Total Environment*, com 521 citações e h = 12, indicando que das suas 28 publicações, apenas 12 contam com 12 ou mais citações.

Apesar de a *Water* possuir maior quantidade de publicações que a *Science of the Total Environment*, conta com um total de citações muito in-

ferior, 274 citações, ocupando a 14ª posição no ranking das fontes mais citadas, demonstrando que a relação entre a quantidade de publicações e o total de citações não obedece a uma regra. Além disso, a fonte apresentou um índice h = 11, mostrando que, das 37 publicações, apenas 11 tiveram 11 ou mais citações, e o índice g = 14, indicando que as 14 principais publicações da fonte foram citadas pelo menos 196 vezes.

Destaca-se também a *Hydrological Sciences Journal*, que faz parte das fontes com o maior número de citações, embora tenha índices h e g de valor médio, já que possui apenas sete publicações. Isso pode ser explicado devido à relevância do trabalho de Gesualdo et al. (2021), desvendando a segurança hídrica no Brasil: desafios atuais e perspectivas futuras, sendo uma das referências mais citadas na lista de documentos analisados.

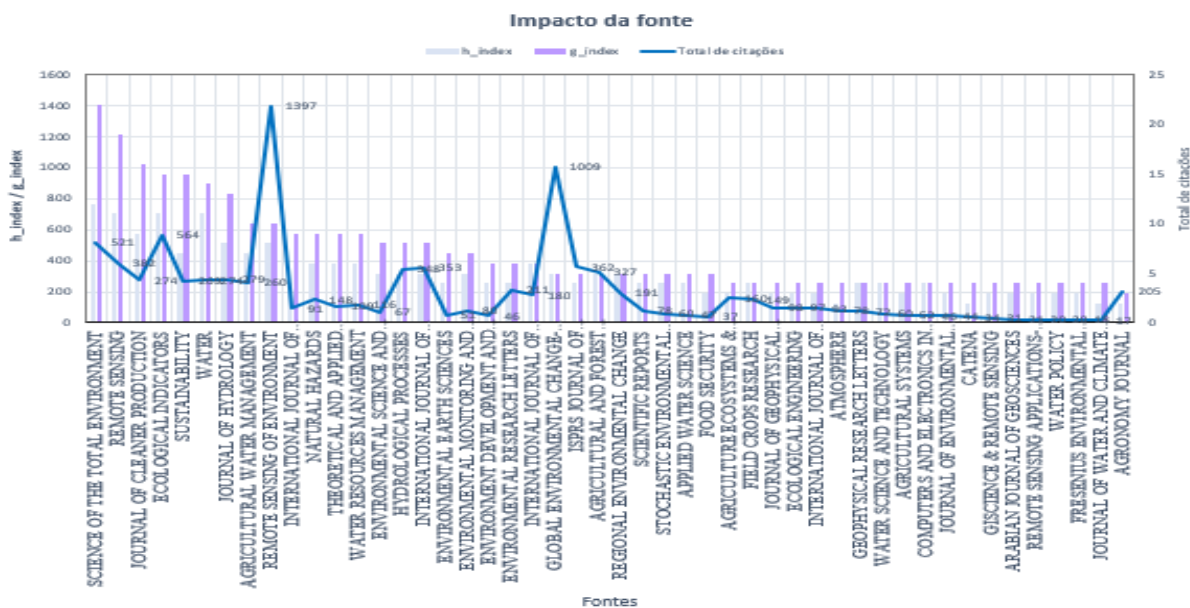


Figura 4 - Impacto da fonte.

Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

3.3 Autores

No que diz respeito à análise do nível dos autores, os resultados foram abordados, em primeira instância, quanto aos autores mais relevantes (Fig. 5) e alguns indicadores bibliométricos que refletem o impacto do autor (Fig. 6). Por fim, analisou-se a distribuição espacial das publicações (Fig. 7).

Os autores mais relevantes sobre a ótica do número de publicações presentes na base do WoS, assim como sua produção fracionada, a qual indica a fração da autoria que corresponde ao autor quando o documento foi desenvolvido por vários autores, são mostrados na Fig. 5. O autor que mais publicou foi LIU Y., com 12 artigos. Em seguida, tem-se 4 autores com 10 artigos (WANG J., WANG L., WANG Y.B. e WU P.T.), 4 autores com 9 artigos (XIAO X.M., ZHANG J., ZHANG Y. e ZHAO X.N.), 2 autores com 8 artigos (WANG H. e ZHANG F.), 6 autores com 7 artigos (CAO X.C., GAO Y., LIU J., MABHAUDHI T., ZHANG L. e ZHANG Q.), 4 autores com 6 artigos (GUMMA M.K., PONCE ORTEGA J.M., SUN S.K. e ZHANG C.), 13 autores

com 5 (ZHANG C., CHEN Y., DONG J.W., HUANG X., KUMAR P., LI L., LI Y., LIU X., MODI A.T., SU W.C., THENKABAIL P.S., WANG P. e WANG Y.), 29 autores com 4 artigos, 82 autores com 3 artigos, 482 autores com 2 artigos, e 3335 outros autores com apenas um trabalho sobre o tema.

Quanto à produção fracionada, também possui o maior valor a autora LIU Y. (2,22), que possui apenas produções de autoria única. Seguida por WU P.T. na segunda posição, com (1,80), e MABHAUDHI T., que ocupa a terceira posição com 1,76 artigos de produção fracionada, enquanto as próximas posições são ocupadas por WANG Y. B. (1,74), CHEN Y. (1,72), WANG J. (1,67), WANG L. (1,62), PONCE-ORTEGA J.M. (1,59), MODI A.T. (1,59), ZHAO X.N. (1,58), PAL S. (1,58), XIAO X.M. (1,54), CAO X.C. (1,51), ZHANG Q. (1,51), MISHRA V. (1,45), ZHANG F. Q. (1,43), ZHANG J. (1,40), LIU L.Y. (1,33), WANG H. (1,30) e ZHANG Y. (1,28). Outros 20 autores apresentam o valor de 1,0 artigo (ADU M.O., AMEEN H.A., AMOO O.M.A., ATIENZA M.E.L., CHEN H.S., CIMINI A., ELDIN N.M.S., ESOLMEME E.E., FUSSEL H.M., GBIGBI T.M., GIDEY A.,

GULCIN D., HASSAN A.A., HUANG S.T.Y., MOSER A., NADERI M., OBADE V.D., OMMANI A.R., OZ-TURKI. e PALADINI S.) e o restante apresenta uma produção fracionada menor que 1 artigo.

Dessa forma, alguns autores, embora apresentem um maior número de publicações, não pos-

suem grande representatividade quando analisada a produção fracionada. Isso não ocorre com Liu Y, já que esta se manteve como a autora de maior produção nas duas categorias, mostrando que pode ser considerada uma pesquisadora de destaque quando se trata da segurança hídrica.

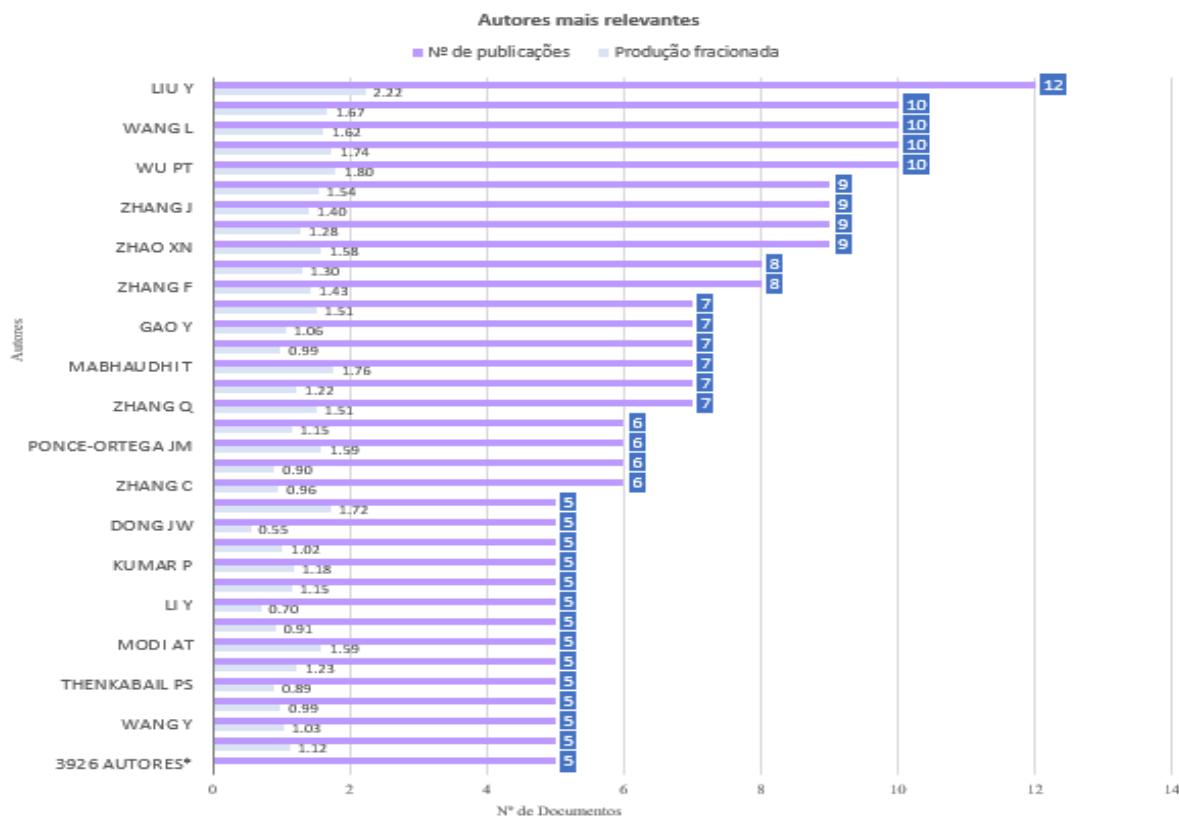


Figura 5 - Autores mais relevantes. Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

Para avaliar o impacto de cada autor, os autores foram classificados em ordem decrescente quanto ao índice h, ao índice g e ao total de citações, nesta ordem, e mostrados no gráfico da Fig. 6 apenas os primeiros 48 autores. XIAO X.M. é a autora de maior impacto, visto que apresenta os maiores valores para os 3 parâmetros, com maior destaque para o total de citações (1494), que é 4,5 vezes maior do que o segundo colocado WANG J., com 330 citações. WANG Y.B. está na terceira posição, embora apresente diferentes valores de índices

h (6) e índice g (10), WANG J. possui bem menos citações (144). WU P.T., por outro lado, ocupa a quarta posição com índice h igual a 5 e índice g igual a 10 e também é o quarto autor que mais produziu, porém apresenta número médio de citações de apenas 150. Enquanto isso, LI Y., apesar de possuir valores menores de índices h e g que outros autores, é o terceiro autor mais citado, provavelmente porque ele, assim como WANG J., trabalhou em colaboração com XIAO X.M., na elaboração de trabalhos relevantes sobre a Segurança Hídrica.

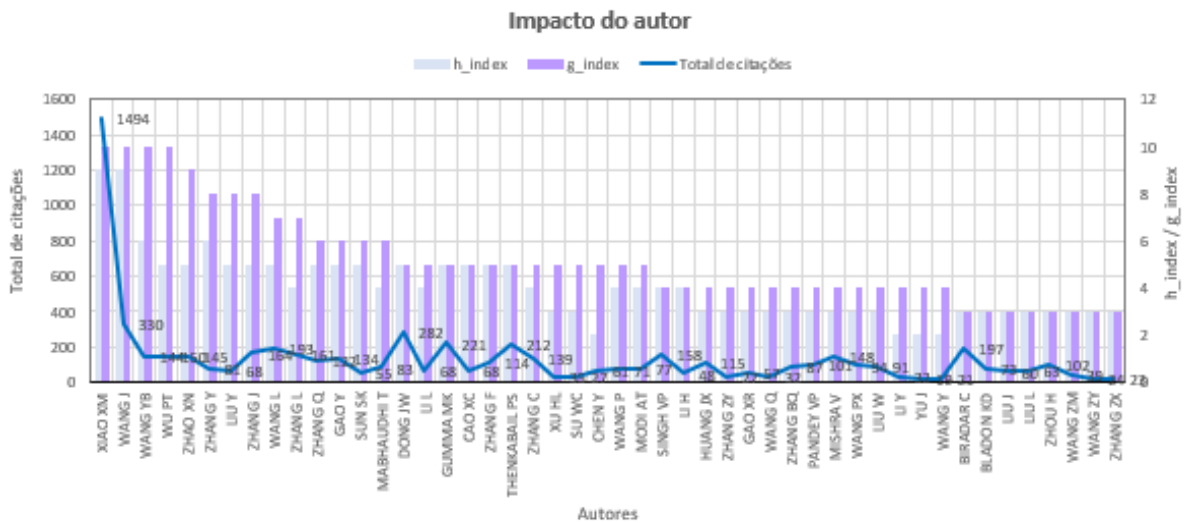


Figura 6 - Impacto do autor.
Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

A Fig. 7 mostra o gráfico dos países mais relevantes levando em consideração o número de publicações, o qual apresenta a divisão em produções com e sem colaboração entre países e o total de citações. A China é o país que mais publicou artigos (383), conforme os dados bibliográficos utilizados nesse estudo, sendo 285 realizados sem parceria com outros países e apenas 98 com colaboração externa. Assim, pode-se constatar que há certa concentração de referência em alguns países. Por exemplo, os países como Estados Uni-

dos, Índia, Irã e Brasil são que mais publicaram sobre SH. A Austrália e o Canadá, embora tenham publicado pouco, apresentam os trabalhos mais relevantes, visto que o número de citações foi elevado. Infere-se que esse destaque esteja relacionado a uma maior quantidade de grupos de pesquisas, bem como à vinculação de autores de distintas áreas. Embora os respectivos países mencionados sejam destaque na classificação, há também outros que vêm produzindo nessa temática, conforme evidencia a Fig. 7.

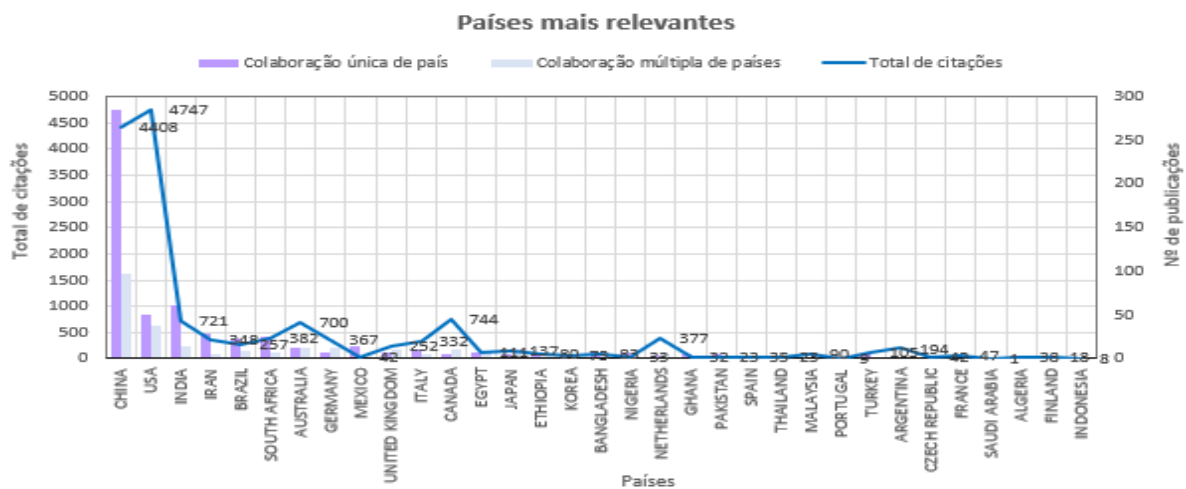


Figura 7 - Países mais relevantes.
Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

3.4 Documentos

A Fig. 8 apresenta as 39 publicações mais citadas, com indicativo da quantidade de citações locais (LC) e citações globais (GC), assim como a razão LC/LG. É importante ressaltar que as citações locais computam quantas vezes um documento incluído no conjunto de artigos analisados foi citado pelos documentos também incluídos nesse conjunto. Por outro lado, as citações globais quantificam o total de citações que um artigo, incluído em sua coleção, recebeu de documentos indexados em um banco de dados bibliográficos, nesse caso o WoS. Por essa razão, as citações globais são maiores ou iguais as citações locais.

A partir da Figura 8, observa-se que Hahn et al. (2009) estão em primeira posição contando com 562 citações globais, em nível local (23) e uma relação LC/GC que resultou em 3,20%. Publicado na revista *Global environmental change*, o trabalho propõe o desenvolvimento do Índice de Vulnerabilidade de Subsistência (LVI) para estimar a vulnerabilidade às mudanças climáticas.

A avaliação da vulnerabilidade descreve um conjunto diversificado de métodos usados para integrar e examinar sistematicamente as interações entre humanos e seu ambiente físico e social. A LVI inclui sete componentes principais: Sócio-Demográfico Perfil, Estratégias de Subsistência, Redes Sociais, Saúde, Alimentação, Água, Desastres Naturais e Variabilidade Climática. Cada um deles é composto de vários indicadores ou sub-componentes. Neste caso, os autores destacam que essa abordagem pragmática pode ser usada para monitorar a vulnerabilidade, programar recursos para assistência e/ou avaliar potencial programa/eficácia da política em regiões com escassez de dados, introduzindo cenários no modelo LVI para linha de base comparação.

Analisando as primeiras posições, das 5 publicações mais citadas em nível global, 2 são da autora XIAO XM. Em nível local, das 5 mais citadas,

2 também são da XIAO XM., corroborando com o fato de ser a autora de maior impacto, como visto na análise ao nível dos autores.

A segunda publicação mais citada, tanto em nível global (558) como em nível local (23), é Xiao et al. (2005), que trata do desenvolvimento das estimativas de emissões de gases de rastreamento, gestão de recursos, segurança hídrica e alimentar. O total de citações locais indica que, dada a importância do trabalho, dos 965 artigos analisados, 23 citaram Xiao et al. (2005), ou seja, mais de 2.38%. A relação LC/GC resultou em 4,12%, indicando que a cada 100 citações globais, 4 citações, aproximadamente, são de artigos que fazem parte da coleção analisada no presente trabalho. Essa grande diferença entre citações globais e locais pode ser resultado da influência que esse artigo tem com outros temas.

A publicação de Xiao et al. (2006) apresentou a terceira maior quantidade de citações globais (482) e locais (17); desse modo, a relação LC/GC resultou em 3,53%. O trabalho detalha o desenvolvimento de um novo banco de dados geoespacial da agricultura de arroz para 13 países do Sul e Sudeste Asiático. Esses países têm 30% da população mundial e 2/3 da área total de terras de arroz no mundo e discutem abordagens para a futura implementação dos usos da segurança hídrica (SH).

Desses artigos, vale destacar, pela quantidade de citações globais, o trabalho de Di Nardo et al. (2014), com 77 citações, que propõe também uma nova metodologia para o projeto ótimo de setorização de redes água, técnica essencial para melhorar a gestão e a segurança de sistemas de abastecimento de água de múltiplas fontes. Essa metodologia proposta utiliza princípios da teoria dos grafos e um procedimento heurístico baseado na minimização da quantidade de potência dissipada na rede hídrica. O procedimento foi testado em duas redes de dis-

tribuição de água existentes (em Parete, Itália e San Luis Rio Colorado, México) usando diferentes índices de desempenho.

Além desse, também se destaca o trabalho Zheng et al. (2007), com 95 citações, que desenvolve o Modelo de Avaliação da Sustentabilidade dos Recursos Hídricos, aplicado para avaliar a sustentabilidade dos recursos hídricos de bacias hidrográficas da bacia do rio amarelo, na China, e realiza uma comparação entre os resultados do modelo e da segurança hídrica. Em nível local, o quarto trabalho mais citado foi o de Shah et al. (2013), que desenvolve e testa a aplicabilidade de um Índice de Vulnerabilidade dos Meios de Vida (LVI) para as comunidades agrícolas e de-

pendentes de recursos naturais nos países em desenvolvimento. O índice é aplicado num estudo comparativo de duas comunidades de zonas úmidas em Trinidad e Tobago, um país que se espera que venha a suportar alguns dos impactos mais severos das alterações climáticas, e apresenta os resultados de sua aplicação.

É importante destacar que, dos 965 artigos analisados, 821 não contam com citações locais, indicando que não foram citados por nenhum dos outros artigos da coleção, e 195 artigos não contam sequer com citações globais. Desse modo, dos 965 documentos da coleção, 770 contam com citações, ou seja, 79,79%.

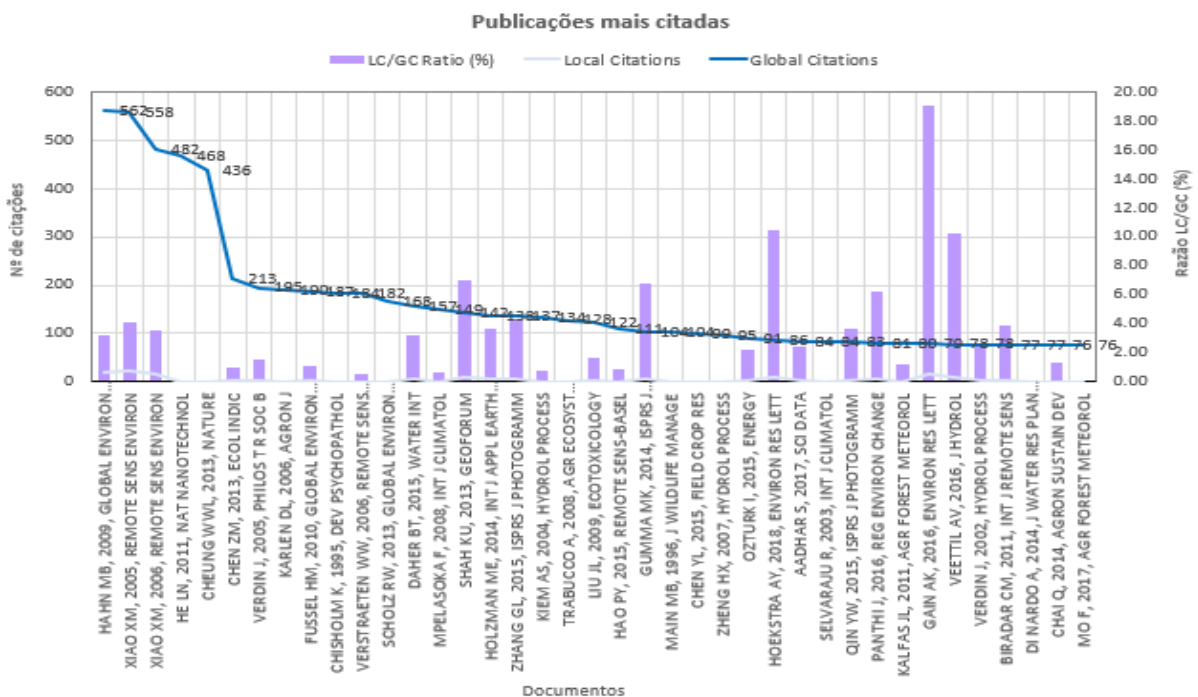


Figura 8 - Publicações mais citadas.

Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

As palavras-chave geralmente ilustram o objetivo fundamental de qualquer artigo de maneira detalhada (Gong et al., 2019). A Fig. 12 apresenta o mapa de co-ocorrência que demonstra as palavras-chave mais mencionadas pelos artigos acadêmicos pesquisados no banco de dados da

“Web of Science”. As avaliações compreendem 5.651 palavras-chave de todos campos, das quais 136 itens atingem o limiar de co-ocorrência de pelo menos 10 vezes. Os 136 itens constam no gráfico pelo seu grau de significância, como mostrado na Fig. 9.

Ao interpretar os diagramas de agrupamento de palavras-chave, o VOSViewer pode examinar os identificadores de vários documentos em detalhes e classificar os pontos mais importantes de pesquisa da segurança hídrica. Além disso, as 136 principais palavras-chave são listadas em 5 clusters de acordo com o número de ocorrências.

No primeiro *cluster* ou *cluster* vermelho, o qual é composto por 43 itens, destacam-se as seguintes palavras-chave recorrentes: “climate-change” (força total de ligação de 505 com 123 links), sendo a palavra-chave que aparece com maior frequência no aglomerado vermelho; “management”, sendo a segunda palavras-chave dominante com maior frequência (força total de ligação de 364 com 110 links); “impacts” (força total de ligação de 316 com 108 links); “water security” (força total de ligação de 128 com 78 links), já que a segurança hídrica é multidimensional e portanto, tem conexões com outras áreas hidropolítica, hidro-sociologia, hidroenergia-alimentar nexus, Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), etc.; “water resources” (força total de ligação de 59 com 42 links); “water scarcity” (força total de ligação de 75 com 45 links); “sustainability” (força total de ligação de 116 com 59 links); e “climate-change” (força de ligação de 321 com links 104).

O segundo *cluster* (conjunto verde) inclui 35 itens e se concentra principalmente na segurança da agricultura e da nutrição. As palavras-chave são “temperatura” (força total de ligação de 206 com 77 links), “remote sensing” (força total de ligação de 159 com 73 links), “water” (força total de ligação de 249 com 42 links), “drought” (força total de ligação de 304 com 97 links), “agriculture drought” (força total de ligação de 52 com 44 links) e “vegetation” (força total de ligação de 163 com 77 links). Vale ressaltar que as palavras-chave do grupo verde demonstram a expansão nos estudos sobre diferentes recursos hídricos e seus usos. Esse grupo revela também a importância das águas e seu papel na agricultura, bem

como questões de proteção da água para desenvolvimento dos países.

O terceiro *cluster*, ou aglomerado azul, contém 30 itens e se concentra principalmente em áreas de biodiversidade e na qualidade de água. As palavras-chave de destaque neste agrupamento são: “model” (força total de ligação de 400 com 7118 links), “ground water” (força total de ligação de 97 com 61 links), “contamination” (força total de ligação de 55 com 31 links), “pollution” (força total de ligação de 112 com 59 links), “water quality” (força total de ligação de 66 com 40 links) e “ecosystem services” (força total de ligação de 102 com 52 links). Pode ser inferido que o aglomerado azul foca principalmente na segurança da qualidade de água e demonstra o crescente foco dos estudos sobre questões de abastecimento de água e saneamento básico. Por outro lado, águas subterrâneas têm um papel significativo na obtenção do desenvolvimento sustentável de um país. Além disso, há necessidade de dar mais ênfase à governança da água e ao planejamento dos recursos hídricos, a fim de proteger os ecossistemas contra os fenômenos da mudança climática.

O *cluster* amarelo inclui 27 itens e se concentra nas áreas de produtividade e contaminação de água. As cinco palavras-chave mais importantes neste aglomerado são “performance” (força total de ligação de 89 com 50 links), “water productivity” (força total de ligação de 58 com 38 links), “photosynthesis” (força total de ligação de 40 com 25 links), “nitrogen” (força total de ligação de 83 com 56 links) e “irrigation” (força total de ligação de 178 com 85 links). Esse agrupamento implica diretamente em questões de desempenho da água e contaminação no tratamento do gerenciamento da água. Isso inclui os estudos que adotaram diferentes tecnologias de tratamento e estratégias de gestão. De acordo com Hegarty et al., (2021), em um estudo recente sobre a qualidade da água dos rios na Irlanda, os autores relataram uma tentativa bem-sucedida

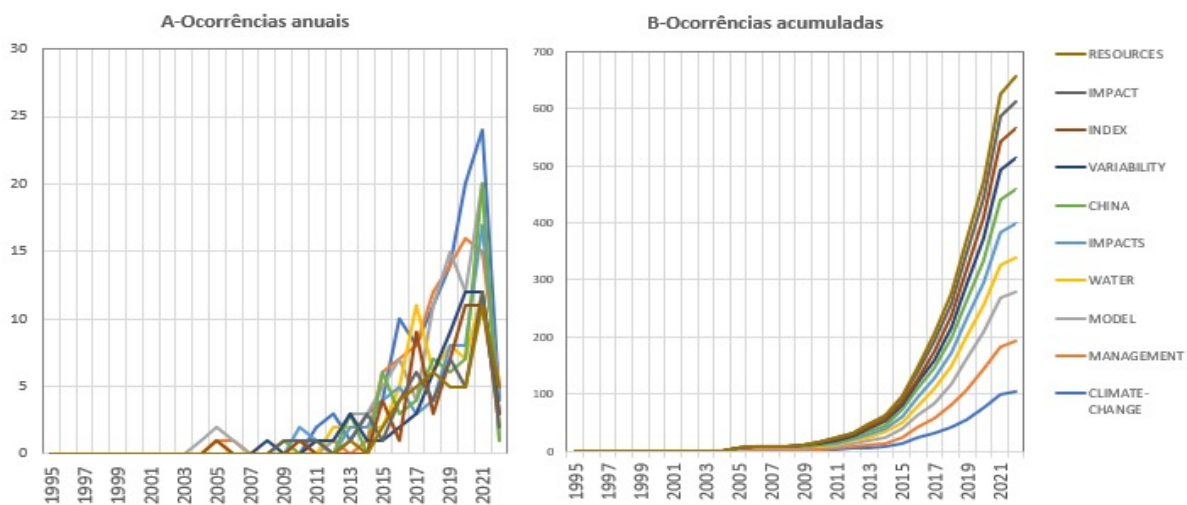


Figura 10 - Dinâmica das palavras: ocorrências das palavras mais relevantes do campo Keyword Plus.

Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

3.5 Estrutura conceitual.

Com o intuito de examinar diferentes dimensões do conhecimento em uma determinada área, Law et al. (1988) desenvolveram uma abordagem analítica estratégica popularmente conhecida como mapeamento ou diagrama de coordenação estratégica. A interligação dos marcos de pesquisa em um campo específico pode ser refletida nesse critério. Essas táticas também são cruciais, pois possuem certas flexibilidades para avaliar profundamente as tendências atuais e fluxos de pesquisa, além de capacidades dinâmicas de avaliar a interconexão entre vários temas de pesquisa. Trata-se de uma estrutura bidimensional que compreende táticas de avaliação baseadas em densidade e centralidade. As linhas horizontais (eixo X) são indicadas com os valores de densidade ou campo da área de pesquisa específica, e as linhas retas da esquerda para a direita (eixo Y) representam a centralidade correlacional. A densidade seria útil para avaliar a intensidade dos pontos de interseção em todo o campo e significar o potencial da categoria individual para resistir e melhorar. A centralidade seria crucial para apresentar os níveis correlacionais das seções e demais subseções. Quanto

mais alto o nível de centralidade, mais significativos são os agrupamentos interconectados dentro da disciplina em particular.

A Fig. 11 apresenta os temas centrais, em que a densidade representa o eixo horizontal e centralidade o eixo vertical. O campo do diagrama é definido com as palavras-chave do autor e a frequência mínima de cluster e o número de rótulos (para cada *cluster*) foram definidos como sendo 3. A saída de coordenação produziu 10 clusters. A Fig. 11 mostra que os *clusters* 1 e 2 detêm uma centralização mais significativa do que outros *clusters*. Isso implica que esses três clusters ocupavam um papel central na análise de SH e possuíam uma conexão íntima com o restante dos clusters. Os valores dos *clusters* 3, 5 e 9 são maiores que os valores médios, o que denota que esses três tópicos são altamente inter-relacionados com outros temas. Os valores dos demais *clusters* são menores que os valores limites, particularmente os *clusters* 4, 6, 7, 8 e 10, que possuíam um valor central inferior, indicando que a conexão entre estas áreas de pesquisa e outros temas é mínima e que o conteúdo não está bem focalizado.

Com base na representação de alocação de densidade, o *cluster* 1 e o *cluster* 8 possuem maior popularidade e se tornam os temas mais utiliza-

dos para quantificar as práticas de SH, demonstrando que esses dois *clusters* desenvolveram uma base conceitual aprofundada, consistente e estabelecida para obter e quantificar a roteiro de SH. As densidades de *cluster* 9, 10 e 4 mantêm a posição acima da linha de valor médio, o que indica que esses temas ainda precisam de um pouco mais de tempo para serem destacados e fortalecidos em uma prospecção futura. As densidades das demais unidades garantem a posição sobre o ponto médio, o que implica que tais temas ainda não estão adequadamente amadurecidos, e por isso a estrutura conceitual para esses *clusters* ainda não está estabelecida.

Após avaliar as quatro dimensões (quadrantes) produzidas pela Fig. 11, observou-se que o quadrante “a” quantificado com os *clusters* 1, 2 e 7 assegura a posição dentro do quadrante mais valioso. O quadrante “a” compreende valores de densidades maiores do que a escala média, significando que esses dois temas asseguram a posição dentro dos pontos focais e fundamentais da literatura sobre SH.

Com o *clusters* 3 e 5, o quadrante “b” foi formulado. Esse quadrante representa os valores de

centralidade em sua maioria mais altos, mas com valores de densidade mais baixos do que os padrões médios, significando que esses temas estão bem posicionados no campo central da SH. No entanto, esses temas ainda não estão suficientemente maduros, pois o nível de densidade é relativamente menor que o valor de centralidade e espera-se que cresça profundamente no escopo de pesquisas iminentes.

O terceiro quadrante “c” representa os menores valores de centralidade e densidade. Essa análise descobriu que os *clusters* 6 e 8 se encaixam nesse quadrante. Isso indica que esses *clusters* não são fundamentais para a pesquisa da SH, mas podem ser adequados entre as margens do estudo.

Quanto à centralidade dos temas, o quadrante “d” implica que a literatura se concentrou nesses temas dentro da borda do estudo de SH. Por outro lado, a maior densidade denota aqueles temas firmemente amadurecidos. Esse *cluster* pode derivar da seção metodológica ou de outras seções instrumentais, com as formas do quadrante “d” do *cluster* 10 e do *cluster* 4 representando alta densidade e centralidade relativamente baixa.

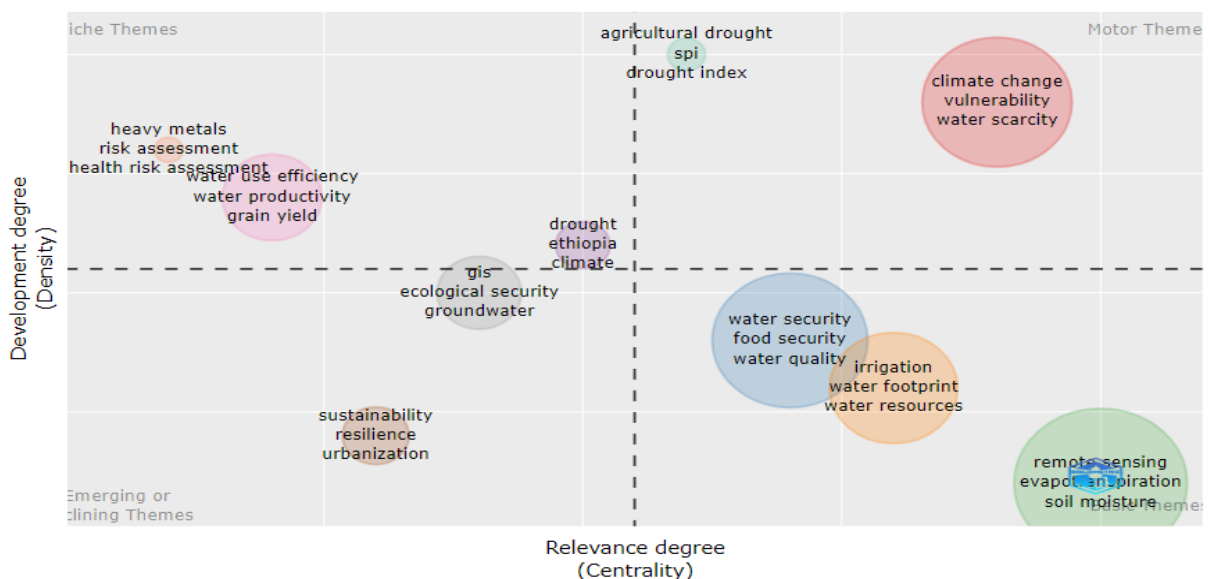


Figura 11 - Mapa temático para o campo das palavras-chave do autor.

Fonte: Adaptação Bibliometrix (2022).

3.6 Visão Geral de Três Campos: Instituições, Palavras-chave, Países associados

A Fig. 12 apresenta um mapa colaborativo de instituição, palavra-chave e país associado à segurança hídrica. As linhas indicam as conexões e o tamanho das parcelas compreendidas pela densidade de aparências. O campo de segurança hídrica se desenvolveu devido à sua imensa importância, mas a alocação da mudança climática abrange principalmente temas de área ampla, conforme indicado na Fig. 9. Eventualmente, impulsionou essa área emergente de abordagens agrícolas modernas e retratou um excelente nicho de escopo de pesquisa. Múltiplos atores e instituições dos setores recursos hídricos sempre tiveram uma profunda preocupação em gerenciar efetivamente as questões de sustentabilidade dentro do domínio agrícola para facilitar a transição social, ambiental e econômica para desfrutar do aprimoramento central da segurança hídrica.

A Fig. 12 retrata uma visão mais precisa de como instituições de várias partes do mundo possuem colaboração científica dentro de palavras-chave específicas. Essa incluiu a rede colaborativa de China, Estados Unidos e Índia, o que indica que esses países tiveram impactos gerais relevantes quanto

às questões globais. Isso permite concluir que países como a África do Sul (quarto no ranking) apresentam um campo de pesquisa bem estabelecido no domínio recursos hídricos, identificando uma progressão da pesquisa sobre o tema no país.

A minimização ou prevenção dos efeitos adversos da mudança climática indica um valor crescente para o parâmetro de crescimento sustentável. A implementação de uma legislação rigorosa e sistemas de gestão para controlar os efeitos a longo prazo, bem como o aumento do nível de consciência ambiental em geral são medidas necessárias. As tendências crescentes mostram que o campo ainda está emergindo. A segurança hídrica é um campo emergente que lida principalmente com uma ampla gama de subcampos, como mostrado no tópico de temáticas-chave (ver Fig. 2).

Observa-se, ainda, que o crescimento de estudos relacionados à segurança hídrica é relativamente estável. Os resultados demonstram uma ampla colaboração entre os autores, instituições, países ou regiões, uma vez que a dinâmica geral na publicação de trabalhos sobre segurança hídrica não é linear, combinando temas como mudança climática, vulnerabilidade, escassez de água, sustentabilidade e meio ambiente.

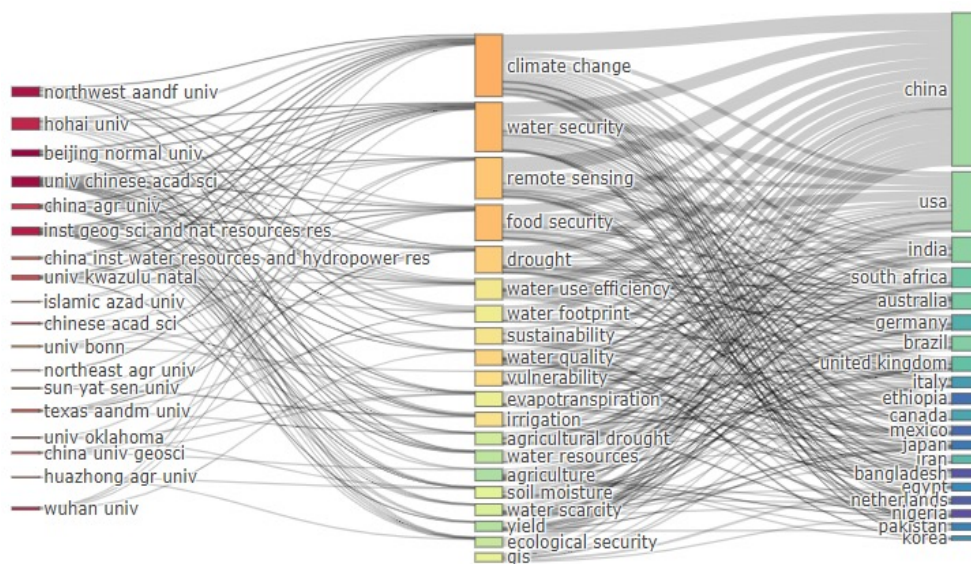


Figura 12 - Visão geral de três campos: Instituições, Palavras-chave, Países associados.
 Fonte: Adaptação Web of Science (2022).

4 PRINCIPAIS DESAFIOS DA SEGURANÇA HÍDRICA NO CONTEXTO BRASILEIRO E EM NÍVEL GLOBAL

O tema da segurança hídrica é de crescente importância global, incluindo a recente criação de um periódico relevante publicado pela Elsevier desde 2017, com o título “Water Security”, que visa publicar artigos originais e revisões críticas sobre os elementos da segurança hídrica. Segundo o Banco Mundial (2018), o Brasil é um dos países mais ricos em recursos hídricos, respondendo por 12 a 14% de toda a água do mundo. No entanto, esse recurso não está distribuído uniformemente, uma vez que mais da metade está localizado na bacia Amazônica, que possui baixa densidade demográfica em relação às outras regiões do país, enquanto a menor disponibilidade hídrica encontra-se na região Nordeste, que sofre com secas recorrentes e possui densidade demográfica relativamente alta (RABELO e LIMA NETO, 2018). Rabelo (2017) avaliou que, para garantir a segurança hídrica no Estado do Ceará, por exemplo, seria necessário adotar diversas medidas de intervenção, além da Transposição do Rio São Francisco, tais como melhorias na eficiência dos sistemas de irrigação, investimentos na captação de águas subterrâneas, implantação de reuso de água, diminuição do consumo de água, dessalinização da água do mar, entre outras.

O Brasil tem legislação e instituições específicas para lidar com seus recursos hídricos e tem projetos e programas alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Entretanto, a legislação e a implementação do instrumento em geral não levam em conta ainda os efeitos da mudança climática. Nesse contexto, a flexibilidade política e institucional, a articulação e a participação de múltiplos atores em todas as escalas (municipal, bacia hidrográfica, estadual e federal) se destacam como uma questão central para direcionar as ações de adaptação para enfrentar a mudança climática (PEREIRA et al., 2020).

As mudanças climáticas e suas possíveis consequências são cada vez mais reconhecidas como uma questão prioritária nas discussões ambientais globais. Aliado a isso, o acesso aos serviços de saneamento básico coloca o Brasil e, principalmente, as suas regiões com maior insegurança hídrica, como a região Nordeste, em uma situação bastante vulnerável (ARAÚJO e LIMA NETO, 2019; FRAGA et al., 2020; RAULINO et al., 2022). Portanto, necessita-se de investimentos massivos no setor e de implementação de políticas públicas eficientes relacionadas à questões ambientais (GESUALDO et al., 2021).

No Brasil, os problemas de perda de fontes potenciais de água doce estão em geral relacionados à poluição das águas superficiais e subterrâneas. Os problemas mais graves que afetam a qualidade da água de rios e lagos decorrem, em ordem variável de importância dependendo das diferentes situações, da baixa cobertura de esgotamento sanitário, do manejo inadequado dos resíduos sólidos e das águas pluviais, do controle inadequado dos efluentes industriais e da degradação das bacias hidrográficas em geral (OLIVEIRA FILHO e LIMA NETO, 2017; LIMA et al., 2018; ARAÚJO e LIMA NETO, 2019; FRAGA et al., 2020; FREIRE et al., 2021). Essa problemática se torna ainda mais crítica na região Nordeste, que contém dezenas de milhares de açudes para compensar os anos de seca (RABELO et al., 2021, 2022), sendo que mais de $\frac{3}{4}$ desses mananciais encontram-se eutrofizados, em virtude da baixa cobertura do setor de saneamento básico e de práticas agrícolas deficientes (WIEGAND et al., 2020, 2021).

As complexidades envolvidas exigem vontade política para apoiar o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas para melhor compreender, mitigar e adaptar-se aos desafios atuais e futuros dos recursos hídricos. A importância de uma gestão integrada que abranja todas as regiões brasileiras e suas peculiaridades

deve ser enfatizada. Como exemplo, pode-se mencionar o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 (ANA, 2022), que já traz a proposição de medidas de adaptação às mudanças climáticas e de controle da poluição, conforme preconizado pelos programas das Nações Unidas (UNEP, 2021).

Com relação às secas, Souza Filho et al. (2018) apontaram uma tendência para períodos mais longos com dias secos consecutivos, períodos secos mais frequentes e intensos, e secas severas na região Nordeste. O Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 (ANA, 2022) já menciona inclusive o Monitor de Secas, que é uma ferramenta de acompanhamento da situação das secas desenvolvida inicialmente para o Nordeste e em fase de expansão para o Brasil como um todo, cujos resultados consolidados são divulgados por meio de mapas periódicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo a água um recurso cada vez mais escasso e necessário para a manutenção e desenvolvimento da sociedade e do meio ambiente, este estudo teve por objetivo realizar a análise bibliométrica da segurança hídrica levando em consideração sua evolução espaço-temporal, dado que esse parâmetro pode ser utilizado para identificar e acompanhar os aspectos físicos, econômicos e sociais que relacionam a segurança hídrica.

Dessa forma, utilizou-se como base de dados a coleção principal da WoS, comprovada a sua relevância na comunidade acadêmica, e para as análises bibliométricas dois softwares: o aplicativo gratuito Biblioshiny, acessado por meio da Bibliometrix do R, e o VOSviewer, os quais se mostraram ferramentas de fácil utilização, automatizando grande parte do estudo e gerando resultados de forma rápida e confiável. Ambos os softwares podem fornecer uma avaliação de

dados completa que pode ser usada para uma proporção diferente de ferramenta de análise de rede. Como o VOSviewer tem algumas desvantagens (abordagens analíticas de rede precisas), utilizaram-se também as ferramentas analíticas disponíveis no pacote Biblioshiny.

Assim, foram analisados 965 artigos, que foram publicados durante o período de 1993 a 2022, de forma quantitativa, geralmente utilizando o número de publicações e citações, e qualitativa, como por exemplo a identificação das principais temáticas sobre a Segurança Hídrica (SH). Foram identificados cinco tipos de artigos, sendo a maioria deles publicados em revistas (65), as quais se mostraram como sendo o tipo de fonte mais relevante, sendo a *Water*, a *Water Resources Management*, a *Water Resources Research*, a *Water Science and Technology* e a *Water international* as revistas que mais publicaram sobre o assunto e a *Water International*, a *Water Resources Management*, a *Water Resources Research* seguida da *Water*, as revistas que mais tiveram publicações citadas. Posto isso e somando-se o fato de que a *Water* possui os maiores índices h e g, essa fonte pode ser considerada a de maior influência sobre a segurança hídrica.

Em nível de autores, a grande maioria (99,46%) produziu em colaboração com outros autores, sendo que apenas 30 possuem produções de autoria única. Como autora de maior influência sobre o assunto tem-se XIAO X.M., visto que a mesma apresenta a maior produção individual e fracionada, o maior número de citações, os maiores índices h e g e destaca-se também que ela faz parte dos cinco autores com maior tempo de pesquisa. Vale acrescentar que das 5 publicações mais citadas na esfera global, 4 pertencem à autora, enquanto na esfera local, tem-se 3 das 5 primeiras. XIAO X.M., ainda possui as duas referências mais citadas dentre as 43.149 contidas no conjunto de dados, o que consolida ainda mais o fato de que a autora pode ser considerada de

maior destaque no que diz respeito à Segurança Hídrica (SH). Por outro lado, o país que possui o maior número de publicações sobre a temática SH é a China, seguida dos Estados Unidos, da Índia, do Irã e do Brasil.

Em relação às palavras de maior relevância, destacam-se “water”, “resource”, “impacts”, e “management”, o que demonstra a constante preocupação sobre esse recurso no que diz respeito à sua escassez e ineficiência de sua gestão. Outros termos que vêm ganhando destaque na última década são “mudança climática”, “seca”, e “poluição”, os quais estão diretamente relacionados à realidade brasileira, notadamente na região da Amazônia, de importância global; no Nordeste, que sofre historicamente com a escassez hídrica; e em grandes centros urbanos, que têm sido bastante impactados por eventos extremos de secas e cheias urbanas e pela poluição hídrica.

Por meio da análise do portfólio bibliográfico constatou-se que a maioria dos trabalhos apresentam as principais fontes de publicações em língua inglesa. Também se observa que as publicações de artigos selecionados sobre a temática estão concentradas em algumas revistas científicas internacionais, não necessariamente aquelas com os maiores fatores de impacto. Entretanto, no Brasil as publicações científicas têm sido via de regra limitadas a periódicos nacionais que não são em geral indexados na *Web of Science*, enquanto o tema também tem recebido bastante atenção de pesquisadores e órgãos relacionados à gestão de águas. Estes publicaram diversos artigos destinados a compreender os principais avanços e desafios dos recursos hídricos no Brasil. Destacam-se os eventos extremos de cheias e secas que se intensificaram no país, a poluição decorrente da baixa cobertura dos serviços de saneamento básico e as mudanças climáticas, temas que já vêm sendo abordados nos planos de recursos hídricos mas que precisam de medidas corretivas/preventivas eficientes para garantir a

segurança hídrica tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo.

6 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Volmar L, Frota AF, Jorge RLO, Studart TMC, Lima Neto IE; **Investigação:** Volmar L, Frota AF, Jorge RLO; **Redação - Primeira versão:** Volmar L, Frota AF, Jorge RLO; **Redação - Revisão & Edição:** Studart TMC, Lima Neto IE; **Supervisão:** Studart TMC, Lima Neto IE

7 REFERÊNCIAS

- ANA. **Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 (PNRH)**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2022.
- ANA. **Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH)**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2019.
- ARAÚJO, G. M.; LIMA NETO, I. E. Removal of organic matter in stormwater ponds: a plug-flow model generalisation from waste stabilisation ponds to shallow rivers. **Urban Water Journal**, p. 1-7, 2019.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017.
- BANCO MUNDIAL. **Recuperando Água: Uma Abordagem Baseada em Resultados para o Abastecimento de Água e Saneamento no Estado de São Paulo**. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/en/results/2018/05/07/approach-to-water-supply-and-sanitation--brazil-sao-paulo-state>>. Acesso em: agosto. 2018.
- CLARIVATE ANALYTICS (2020). Principal coleção da Web of Science Ajuda: Registro completo. Disponível em: https://images.webofknowledge.com/WOKRS519B3/help/pt_BR/WOS/hp_full_record.html#:~:text=KeyWords%20Plus%C2%AE%20s%C3%A3o%20termos,v%C3%A1rias%20palavras%20a%20termos%20%C3%BAnicos. Acesso em: 11 de janeiro de 2022.
- DI NARDO, A. et al. Water Network Sectorization Based on Graph Theory and Energy Performance Indices. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 140, n. 5, 2014.
- EL-DIN, N.M.S. IR spectroscopic study on the thermal degradation of plastic security cover sheets of some documents. **Applied Polymer**, v. 47, n. 5, p. 911-916, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/app.1993.070470518>

FAHIMNIA, B., SARKIS, J., DAVARZANI, H. Green supply chain management: a review and bibliometric analysis. *Int J Prod Econ*, v. 162, p. 101-114, 2015.

FRAGA, R. F.; ROCHA, S. M. G.; LIMA NETO, I. E. Impact of flow conditions on coliform dynamics in an urban lake in the Brazilian semiarid. *Urban Water Journal*, v. 17, p. 43-53, 2020.

FREIRE, L. L.; COSTA, A. C.; LIMA NETO, I. E. Spatio-temporal patterns of river water quality in the semiarid Northeastern Brazil. *Water, Air and Soil Pollution*, v. 232, p. 452, 2021.

GESUALDO, G.C. et al. Unveiling water security in Brazil: current challenges and future perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, v. 66, n. 5, p. 759 – 768, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1899182>

GONG, R. et al. Uma análise bibliométrica do gerenciamento da cadeia de suprimentos verde com base na plataforma Web of Science (WOS). *Sustentabilidade*, v. 11, n. 12, p. 3459, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11123459>

HAHN, M.B. et al. The livelihood vulnerability index: pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—a case study in Mozambique. *Global environmental change*, v. 19, n. 1, p. 74-88, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.11.002>

HEGARTY, S., HAYES, A., REGAN, F., BISHOP, I., CLINTON, R. Using citizen science to understand river water quality while filling datagaps to meet United Nations Sustainable Development Goal 6 Objectives. *Sci. Total Environ.* 2021, 783, 146953.

LAW, J., BAUIN, S., COURTIAL, J-P., WHITTAKER, J. Policy and the mapping of scientific change: a co-word analysis of research into environmental acidification. *Scientometrics*, v. 14, p. 251 – 264, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02020078>

LIBANIO, P.A.C. Water reforms in Brazil: Challenges and opportunities for promoting water security in a continental-sized country. *World Water Policy*, v. 6, p. 230-245, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wwp2.12042>

LIMA, B. P.; MAMEDE, G. L.; LIMA NETO, I. E. Monitoramento e modelagem da qualidade de água em uma bacia hidrográfica semiárida. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 23, p. 125-135, 2018.

MARTINS, E.S.P.R. et al. Unveiling water security in Brazil: current challenges and future perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, v. 66, n. 5, p. 759 – 768, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1899182>

MORETTI, S.L.A., CAMPANARIO, M.A. A Produção intelectual brasileira em Responsabilidade Social Empresarial – RSE sob a Ótica da bibliometria. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 13, edição especial, p. 68-86, 2009.

MOSER, A. Ecotechnology in industrial practice: implementation using sustainability indices and case studies. *Ecological*

Engineering, v. 7, n. 2, p. 117-138, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0925-8574\(96\)00005-5](https://doi.org/10.1016/0925-8574(96)00005-5)

NEVES, E.M.S.C. Governança, segurança hídrica e cidadania no Brasil. *Strategies and Development – PPEd*, v. 7, n. 2, p. 49-65, 2019

OLIVEIRA FILHO, A. A.; LIMA NETO, I. E. Modelagem da qualidade da água do rio Poti em Teresina (PI). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 23, p. 3-14, 2017.

PAIVA, R.C.D. et al. Avanços e desafios da ciência de recursos hídricos no Brasil: uma síntese comunitária do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 25, p. 50, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.252020200136>

PEREIRA, V.R. et al. Oportunidades de adaptação para a segurança hídrica no Brasil. *Sustainability in Debate – Brasília*, v. 11, n.3, p. 91-105, 2020.

PNUD. Programa Das Nações Unidas Para O Desenvolvimento. *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*. Nova York: PNUD, 2015.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

RABELO, U.P. *Segurança Hídrica no Estado do Ceará: Previsão de Demandas e Análise de Cenários*. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Recursos Hídricos). Universidade Federal do Ceará.

RABELO, U. P.; COSTA, A. C.; DIETRICH, J.; FALLAH-MEHDIPOUR, E.; OEL, P. V.; LIMA NETO, IRAN E. Impact of dense networks of reservoirs on streamflows at dryland catchments. *Sustainability*, v. 14, p. 14117, 2022.

RABELO, U.P., DIETRICH, J., COSTA, A.C., SIMSHÄUSER, M.N., SCHOLZ, F.E., NGUYEN, V.T., LIMA NETO, I.E. Representing a dense network of ponds and reservoirs in a semi-distributed dryland catchment model. *J. Hydrol*, [S.l.], v. 603, p. 127103, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127103>

RABELO, U. P., LIMA NETO, I. E. (2018). Efeito de secas prolongadas nos recursos hídricos de uma região semiárida: uma análise comparativa para o Ceará. *Revista DAE*, v. 66, p. 61-79, 2018.

RAULINO, J. B.; SILVEIRA, C. S.; LIMA NETO, I. E. Eutrophication risk assessment of a large reservoir in the Brazilian semiarid region under climate change scenarios. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 94, p. e20201689, 2022.

SHAH K.U. et al. Understanding livelihood vulnerability to climate change: Applying the livelihood vulnerability index Trinidad and Tobago. *Geoforum*, v. 147, p. 125-137, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.04.004>

SANTOS, A. C. et al. Segurança hídrica no Brasil: situação atual, principais desafios e perspectivas futuras. *Revista DAE*, v. 68,

n. 225, pp. 167-179, 2019. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2020.060>. Acesso em: set. 2020.

SOUZA FILHO, F. DE A. et al. From Drought to Water Security; Brazilian Experiences and Challenges. **Global Water Security**, pp. 233-265, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-10-7913-9_10

SPINAK, E. Dicionário enciclopédico de bibliometria, cienciometria e infometria. Caracas: **UNESCO**, 1996.

UNEP. United Nation Environment programme, 2021. **Adaptation Gap Report 2020. UNEP DTU Partnership and the World Adaptation Science Programme**. Nairobi. Available from: <https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2020>. Accessed 30 Jan 2021

VAN-ECK, N.J., WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, pp. 523-538, 2010 Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

VASCONCELOS, Y. L. Estudos Bibliométricos: Procedimentos Metodológicos e Contribuições. UNOPAR Científica. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 15, n. 2, p. 211-220, 2014.

WALLIN, J.A. Bibliometric methods: pitfalls and possibilities. **Basic & clinical pharmacology & toxicology**, v. 97, n. 5, p. 261-275, 2005.

WHO, W.H. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. **World Health Organization**, Paris, 2012.

WIEGAND, M.C., NASCIMENTO, A.T.P., COSTA, A.C., LIMA NETO, I.E. Trophic state changes of semi-arid reservoirs as a function of the hydro-climatic variability. **J. Arid Environ**, [S.l.], v. 184, p. 104321, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104321>

XIAO, X.M. et al. Mapping paddy rice agriculture in South and Southeast Asia using multi-temporal MODIS images. **Remote Sensing of Environment**, v. 100, n. 1, p. 95-113, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.12.009>

XIAO, X.M. et al. Mapping paddy rice agriculture in Southern China using multi-temporal MODIS images. **Remote Sensing of Environment**, v. 195, n. 4, p. 480-492, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.10.004>

ZHENG, H.X. et al. Changes in stream flow regime in headwater catchments of the Yellow River basin since the 1950s. **Hydrological Processes**, v. 21, n. 7, p. 886-893, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/hyp.6280>