

ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL SOBRE PEGADA HÍDRICA

MARIA EDUARDA TOLENTINO DUARTE¹; SAMANTA TOLENTINO
CECCONELLO²; LUANA NUNES CENTENO³

¹ Universidade Federal de Pelotas – dudatduarte@gmail.com

^{2,3} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense Campus Pelotas –
luanacenteno@ifsul.edu.br², samantacecconello@ifsul.edu.br³

1. INTRODUÇÃO

O planeta terra é coberto por 70% de água, no entanto, a água doce disponível para o consumo, que inclui atividades domésticas, setor agrícola e setor industrial, corresponde a menos de 1% da água da Terra (JESUS et al. 2019). Atrelado a isto, o aumento das demandas de água pela população em decorrência do crescimento populacional e urbano, acabaram criando, ao longo dos séculos, diversos impactos, incluindo a necessidade de tecnologias para a gestão e tratamento da água (FERRAZ et al., 2020). Diante disso, é consenso que a utilização da água deve ocorrer de maneira eficiente, mediante uma gestão eficaz e adoção de comportamentos responsáveis que busquem contribuir para a sua conservação (NASCIMENTO et al., 2021). Todavia, apesar de se conhecer os impactos humanos sobre os recursos hídricos e suas necessidades, o pensamento centrado na verdadeira mudança, de conscientização, atrelados ao ato de reduzir os gastos com a água, não andam no mesmo ritmo (FERRAZ et al., 2020). Logo, o impacto do uso irracional da água, ao longo dos anos, tem sido cada vez mais evidente, visto que há um aumento na sua degradação, tendo impacto na sua qualidade, no aumento das doenças de veiculação hídrica, nos custos para o tratamento e elevação no valor para a produção de alimentos (FERRAZ et al., 2020).

Neste viés diversas ações para combater o desperdício de água e preservar os recursos hídricos surgem, dentre elas, existem ações que podem ocorrer através de incentivo dos governos para o uso de outras fontes alternativas de água, como água da chuva e sua reutilização para fins não potáveis (ALVES et al., 2019). Neste contexto, a Pegada Hídrica (PH), surge como um instrumento importante dentro dessa problemática do uso irracional da água, pois, é definida como um indicador do volume de água consumida para a produção de bens e serviços. Sendo assim, por meio dela, pode-se enxergar os impactos causados pela produção de bens e serviços (SOUZA et al., 2021). E assim realizar uma administração melhor dos recursos hídricos, de modo que sejam elaborados meios e estratégias para a redução desses impactos (SOUZA et al., 2021). Destaca-se, então, que a definição de pegada hídrica nasceu em 2002, como indicador referente de consumo de água e pode tanto ser calculada para um único ser vivo, quanto para uma comunidade (FERRAZ et al., 2020).

Entretanto, a PH ainda é pouco explorada e pouco utilizada como ferramenta de gestão dos recursos hídricos, principalmente em países em desenvolvimento, em alguns países, como na Espanha e Canadá, as indústrias estão investindo em pesquisas para calcular a PH dos seus produtos, como fator diferencial e competitivo, pois há uma pressão por parte dos consumidores destes países em consumir produtos mais sustentáveis (MASUD; MCALLISTER; CORDEIRO; FARAMARZI, 2018). Considerando a importância do consumo sustentável e da conscientização sobre o uso irracional da água, este trabalho objetivou realizar a análise bibliométrica sobre a pegada hídrica, visando identificar os principais estudos científicos sobre esta temática, a nível mundial.

2. METODOLOGIA

Para o alcance do objetivo da pesquisa utilizou-se a plataforma *Science Mapping* e bibliometria, desenvolvido por PESSIN, YAMANE e SIMAN (2022) que utiliza o “Índice *Smart*” de ordenamento de artigos. O objetivo deste índice foi criar uma medida para ranquear os principais artigos e com isso, subsidiar a tomada de decisão na escolha de referências de qualidade na área de estudo. Este índice calcula a taxa de citação por ano para posteriormente incorporar o peso do fator de impacto da revista de publicação. Para a utilização da plataforma “*Smart*” *Science Mapping* e bibliometria, primeiramente realizou-se a seleção do portfólio que consistiu na busca sistematizada de material científico na base de dados da *Web of Science* (WoS) e *Scopus*.

A sistematização foi realizada pela definição de palavras-chave relacionadas ao tema. Utilizou-se o termo “*water footprint*” no campo busca das bases de dados para o período de 2018 a 2022 selecionando apenas artigos científicos. O total de artigos gerado foi considerado para análise bibliométrica, sem nenhuma exclusão. Os principais dados abordados foram a distribuição de artigos no decorrer dos anos, principais autores que mais publicaram, países de filiações dos autores e fontes de publicações, respectivamente. Os artigos mais importantes, tendo como base o tema abordado e as discussões apresentadas, foram selecionados, e ordenados conforme valores do Índice *Smart* (PESSIN, YAMANE, SIMAN, 2022). O Índice *Smart* é calculado com base na Equação 1.

$$\text{ÍndiceSmart} = \left[\left(\frac{Tx}{\text{MaxTx}} \right) * w1 \right] + \left[\left(\frac{Fi}{\text{MaxFi}} \right) * w2 \right] \quad \text{Equação 1}$$

Em que: Tx que representa a taxa de citação é calculada através da $\frac{\sum Ci}{[(Aa - Ap) + 1]}$. Já o $\sum Ci$: número de vezes em que o documento foi citado. Aa: Ano atual. Ap: Ano da Publicação. Fi: Fator de impacto do periódico publicado no Journal Citation Reports (JCR). MaxTx: Valor máximo para a taxa de citação por ano da amostra selecionada. MaxFi: Valor máximo para o Fator de Impacto da amostra selecionada. W1: Fator de ponderação para a taxa de citação. W2: Fator de ponderação para o Fator de Impacto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas bases de dados WoS e Scopus, entre o período de 1945 e 2023, foram indexados 4.693 estudos que tratam, direta ou indiretamente, de pegada hídrica, no contexto mundial. No período de 2018 a 2023 foram publicados 2.922 artigos, 14 mil autores e 29 mil citações sobre o tema. As publicações sobre o tema começaram em 2006 com 3 artigos publicados, sendo o ápice em 2021 com 766 publicações. Até o presente momento, as publicações de 2022 somam 479 artigos publicados.

Com relação aos autores dos artigos, em um registro com mais de cem autores, o autor com maior número de citações foi Hoekstra com 2.291 citações em 73 artigos publicados sobre o tema. Seguido de Mekonnen (1.059), Berger (808), Motoshita (652), Ridoutt (615), Manzardo (598), Benini (590), Oki (564), Bari (561) e Margini (561). Os autores que mais fizeram parcerias com outros autores foram: Hoekstra, com 385 co-autores em 73 artigos publicados; Zhuo com 348 co-autores em 52 artigos; Zhang com 263 co-autores em 52 artigos; Wang com 266 co-autores em 46 artigos; Liu 281 co-autores em 44 artigos; Li 208 co-autores em 35 artigos.

Já os países com maiores representatividades nas publicações, de acordo com as filiações de autores, são: China (844 trabalhos), Espanha (159), Itália (145), EUA (144), Brasil e Índia com 111, trabalhos publicados cada um, Iran (68), Canadá

(65), Austrália (57), Turquia (50) e Japão com 10 trabalhos publicados. Observa-se que a China além de possuir maior publicações que os demais países, também faz mais parcerias com outros pesquisadores, apresentando uma rede muito maior que os demais países.

O total de 2.922 artigos são provenientes de diversos periódicos científicos. Sendo que as dez principais revistas que mais publicam sobre a temática da pegada hídrica, de 2018 até hoje foram: *Journal of Cleaner Production* com 337 artigos; *Science of the Total Environment*, com 280; *Sustainability*, com 168; *Water*, com 151; *Agricultural Water Management* 90; *Ecological Indicators*, com 71; *Journal of Environmental Management*, com 56; *International Journal of Life Cycle Assessment*, com 45; *Environmental Science and Pollution Research*, com 43; e *Environmental Research Letters*, com 40. Com relação aos idiomas das publicações, o Inglês é o que apresenta mais publicações, sendo encontrado, até o momento, 2801. O chinês está em 2 lugar com 63 artigos publicados, o espanhol está em terceiro lugar com 26 artigos e o português em quarto lugar com 17 artigos publicados. De acordo com o índice *Smart*, os principais artigos que são os mais importantes e que tratam do tema estudado podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1: Relação dos 8 principais artigos baseado no índice *Smart*.

Índice <i>Smart</i>	Ano	Autores	Título do artigo
56,82	2021	Gephart J.A., Henriksson P.J.G., Parker R.W.R., Shepon A., Gorospe K.D., Bergman K., Eshel G., Golden C.D., Halpern B.S., Hornborg S., Jonell M., Metian M., Mifflin K., Newton R., Tyedmers P., Zhang W., Ziegler F., Troell M.	Environmental performance of blue foods
54,87	2019	Lohrmann A., Farfan J., Caldera U., Lohrmann C., Breyer C.	Global scenarios for significant water use reduction in thermal power plants based on cooling water demand estimation using satellite imagery
54,21	2021	Albert J.S., Destouni G., Duke-Sylvester S.M., Magurran A.E., Oberdorff T., Reis R.E., Winemiller K.O., Ripple W.J.	Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis
54,19	2019	Lohrmann, A; Farfan, J; Caldera, U; Lohrmann, C; Breyer, C	Global scenarios for significant water use reduction in thermal power plants based on cooling water demand estimation using satellite imagery
42,19	2018	Boulay A.-M., Bare J., Benini L., Berger M., Lathuillière M.J., Manzardo A., Margni M., Motoshita M., Núñez M., Pastor A.V., Ridoutt B., Oki T., Worbe S., Pfister S.	The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE)
34,36	2020	Fernández J.E., Alcon F., Diaz-Espejo A., Hernandez-Santana V., Cuevas M.V.	Water use indicators and economic analysis for on-farm irrigation decision: A case study of a super high density olive tree orchard
33,36	2020	Callegari A., Bolognesi S., Cecconet D., Capodaglio A.G.	Production technologies, current role, and future prospects of biofuels feedstocks: A state-of-the-art review
32,35	2020	Fernandez, JE; Alcon, F; Diaz-Espejo, A; Hernandez-Santana, V; Cuevas, MV	Water use indicators and economic analysis for on-farm irrigation decision: A case study of a super high density olive tree orchard

4. CONCLUSÕES

A análise bibliométrica sobre a Pegada Hídrica demonstra um forte crescimento nas pesquisas mundiais sobre o tema em diferentes países entre 2018 e 2022. Conclui-se que há um interesse sobre este tema principalmente em países desenvolvidos, embora o Brasil e a Índia tenham apresentado um número significativo de artigos publicados. Entretanto, os principais autores e os artigos mais citados, são de autores chineses e americanos. Diante dos resultados encontrados neste estudo, após a identificação dos principais autores e artigos sobre o tema, como sugestão para novos estudos, o próximo passo seria a realização de uma análise sistemática, afim de identificar os principais objetivos, *insights* e lacunas de pesquisa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Joice dos Santos et al. Água suja também lava: uma análise do desperdício de água sob a perspectiva de marketing social. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 58, 9 set. 2019. Associação Pro-Ensino Superior em Novo Hamburgo.
- FERRAZ, Ana Sofia *et al.* Água: a pegada hídrica no setor alimentar e os potenciais consequências futuras. **Acta Portuguesa de Nutrição**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-1, 30 set. 2020.
- JESUS, Ricardo dos Santos de. Dessalinização da água: solução no processo de escassez de um bem valioso. **Revista Augustus**, [s. l], v. 1, n. 1, p. 1-1, 1 jan. 1, 2019.
- MASUD, Mohammad Badrul; MCALLISTER, Tim; CORDEIRO, Marcos R.C.; FARAMARZI, Monireh. Modeling future water footprint of barley production in Alberta, Canada: implications for water use and yields to 2064. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 616-617, p. 208-222, mar. 2018. Elsevier BV.
- NASCIMENTO, Ana Clara Lira do. Influência do foco Regulatório Crônico e Consciência Ecológica no Consumo Consciente de água. **Revista de Administração Imed**, [s. l], v. 1, n. 1, p. 1-1, 21 dez. 2021.
- NASCIMENTO, Navilta Veras do et al. O uso das pegadas hídricas na agricultura do Brasil. **Research, Society and Development**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-1, 30 jan. 2021.
- PESSIN, Vilker Zucolotto; YAMANE, Luciana Harue; SIMAN, Renato Ribeiro. Smart bibliometrics: an integrated method of science mapping and bibliometric analysis. **Scientometrics**, [S.L.], v. 127, n. 6, p. 3695-3718, 21 maio 2022.
- SOUZA, Maythê Sttefany de. Pegada hídrica dos estudantes do curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semiárido - Campus Mossoró/RN. **Ciência e Tecnologia**, [s. l], v. 1, n. 1, p. 1-1, 5 nov. 2021.