

## ÁGUA VIRTUAL À LUZ DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE TESES E DISSERTAÇÕES

**Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste

taiane\_nep@hotmail.com

**Ana Carolina Dalla Valle**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste

acdallavalle@gmail.com

### RESUMO

O impacto antrópico nos recursos hídricos e a decorrente crise hídrica que se observa demandam uma reorientação de olhares para as responsabilidades em torno da preservação da água e da vida na terra. O Brasil, como país que exporta produtos agropecuários e minérios em larga escala, coloca-se em posição desfavorável em relação ao balanço de água que sai do país, embutida nas *commodities* exportadas. Neste contexto, emerge o conceito de água virtual, que instiga novas análises acerca de fluxos de exportação e importação de bens, bem como sobre a gestão de recursos hídricos no âmbito nacional. Assim, esta pesquisa buscou apresentar indicadores bibliométricos referentes às pesquisas realizadas em dissertações e teses brasileiras, que tratam da temática água virtual, entre os anos de 2015 e 2021, levantadas por meio do Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Foram selecionadas oito produções provenientes de diferentes áreas do conhecimento, embora mais da metade enfoque a exportação de água virtual em produtos agrícolas. A pesquisa evidencia que a temática abordada está vinculada à perspectiva de que a água é uma mercadoria no panorama internacional, o que reforça a importância de tratar o assunto como de relevância estratégica para o país, entretanto, a produção científica sobre o tema ainda é escassa.

**Palavras-Chave:** Água virtual. Recursos hídricos. Bibliometria.

### VIRTUAL WATER IN THE LIGHT OF BRAZILIAN SCIENTIFIC PRODUCTION: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THESES AND DISSERTATIONS

### ABSTRACT

The anthropic impact on water resources and the resulting water crisis that is observed demand a sight reorientation towards responsibilities around the preservation of water and life on earth. Brazil, as a country that exports agricultural products and minerals on a large scale, is in an unfavorable position in relation to the balance of water that leaves the country embedded in exported commodities. In this context, the concept of virtual water emerges, which provides new analysis on the flows of export and import of goods, as well as on the

management of water resources at the national level. Thus, this research presents bibliometric indicators referring to research carried out in Brazilian dissertations and theses, which approached the theme of virtual water, between 2015 and 2021. The publications were obtained through the Bank of Theses and Dissertations of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel. Eight productions from different areas of knowledge were selected, although more than half focus on the export of virtual water in agricultural products. The research shows that the topic addressed is linked to the perspective that water is a commodity on the international scene, which reinforces the importance of treating the subject as of strategic relevance for the country. However, scientific production on the subject is still scarce.

**Keywords:** Virtual water. Water resources. Bibliometrics.

Recebido em: 23/03/2022.  
Aceito em: 03/10/2022.

## INTRODUÇÃO

A água, como elemento centralizador da vida na terra e de manutenção de inúmeros processos, representa mais do que uma substância química, pelo contrário, é o âmago do planeta e todos os seus constituintes. Contudo, não são recentes as discussões acerca dos impactos antrópicos causados a ela, quer pela poluição dos recursos hídricos, desperdício doméstico ou até mesmo pelo uso excessivo em práticas produtivas e industriais.

Neste sentido, o Brasil enquanto país que se destaca na produção e exportação de *commodities* e outro insumos, tende a contribuir com grandes mudanças no uso e gerenciamento da água. E em função da dimensão atingida pela crise civilizatória, atrelada à falta de pertença e solidariedade, onde o lucro se coloca acima de tudo, nota-se a importância de uma reorientação de olhares para as diferentes formas de responsabilidade atreladas à água.

Justamente nesta dinâmica, a distribuição desigual desta tem afetado drasticamente o contexto social ao redor do mundo e se tornado recurso em disputa local, regional ou global, afetando diretamente os processos de governança (EMPINOTTI et al., 2021). Esta disputa acompanha a evolução da humanidade: desde os primórdios dos primeiros assentamentos em torno de rios, passando pelo estabelecimento de territórios nacionais que dividem uma mesma bacia hidrográfica, no contexto de embates territoriais, até a discussão da água vista como mercadoria. Nesse caso, grupos que dominam os serviços da água no mundo, bem como

setores produtivos que demandam grandes volumes do recurso, tem maior influência e poder de barganha frente a decisões de interesse público (PINTO, 2017).

Há uma tendência de que países com maior renda concentrem o maior uso de água no setor industrial, enquanto países de menor renda concentrem na agricultura (PINTO, 2017). Dentro desse contexto, emerge o conceito de água virtual, o qual foi elaborado por John Anthony Allan no ano de 1998 e se refere, pois, à água que está incorporada nos processos produtivos de bens industriais ou agrícolas (BLENINGER; KOTSUKA, 2015). A partir deste conceito, novas análises acerca de fluxos de exportação e importação de bens, bem como sobre a gestão de recursos hídricos no âmbito nacional devem ser investigadas, ao se tomar como objeto principal de estudo a água embutida em cada produto envolvido nestes fluxos mercantis.

Como se percebe, o tema não é atual, sendo discutido há mais de 20 anos, contudo recentemente tem sido difundido. De forma geral, a concepção de água virtual trata do comércio indireto da água embutida nos produtos, ao longo de toda a cadeia produtiva, no processo de produção e transporte, e está relacionada com a compreensão de que o consumo de água não se dá apenas no uso em atividades diárias, por isso se concatena à indispensabilidade de ser contabilizada (CARMO et al., 2007; BERGMANN, 2019).

No contexto brasileiro, verifica-se que, historicamente, os setores que mais exportam são a agropecuária e a indústria extrativista de mineração. No período 2018-2020, a soja foi a *commodity* mais exportada, e os principais destinos das exportações foram a China, os Estados Unidos e a Argentina (UN, 2021). Em compensação, no mesmo período, as principais categorias de produtos importados são atreladas a maquinários, químicos e itens classificados como peças e acessórios para eletroeletrônicos, sendo os principais parceiros a China, os Estados Unidos e a Alemanha (UN, 2021). Isto indica que o Brasil pode estar em posição desfavorável frente ao saldo de água virtual, devido a alta demanda de água na produção dos bens exportados (BERGMANN, 2019).

Embora a disponibilidade hídrica do Brasil seja considerada alta em comparação com outros países, diversas regiões do país têm observado e sofrido os impactos do estresse hídrico. O nível de estresse hídrico relaciona a retirada de água doce e o total dos recursos de água doce disponíveis do país em dado momento, sendo que, conforme a Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2020, p. 35), “As regiões mais críticas são a Região Sudeste, onde se destaca o uso da água para abastecimento humano, irrigação e na indústria, e a Região Sul, em que é

expressiva a retirada de água para irrigação [...]”. Cabe destacar que, ainda conforme a Agência, a atividade que mais utiliza água no país é a irrigação (BRASIL, 2020).

Neste ínterim, reforça-se a justificativa para a condução de estudos na temática de água virtual, não apenas porque há espaço para a investigação do fluxo de água virtual devido a uma imensa variedade de produtos, mas também porque os países que souberem gerenciar o fluxo de água virtual podem se colocar em posição estratégica em termos geopolíticos. Ainda, dados e resultados obtidos nessa área de estudo podem fundamentar políticas públicas e estratégias na gestão de recursos hídricos, que são primordiais para o país.

Entretanto, há uma lacuna em relação à identificação das áreas e enfoques, nos quais a temática tem sido aglutinada no âmbito da produção científica brasileira. Dada a importância deste tema, torna-se extremamente primordial estabelecer o tema água virtual no mapa de pesquisas, já que isso pode contribuir com o desdobramento de novas condições para estudos da área multi e interdisciplinar.

Em vista disso, o principal objetivo desta pesquisa foi apresentar indicadores bibliométricos referentes às pesquisas realizadas em dissertações e teses brasileiras, que tratam da temática água virtual.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

Esta investigação envolveu as dimensões da temática água virtual, no contexto das pesquisas científicas empreendidas em programas de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil. Por isso, a pesquisa, classificada como descritiva, foi desenvolvida a partir de um estudo bibliométrico. Este tipo de técnica é capaz de retratar a produção científica de um país ou região, evidenciando o progresso, ao longo dos anos, de uma área específica do conhecimento (DEMO; OLIVEIRA; COSTA, 2017).

Para a coleta dos materiais, foi consultado o Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Esta base de dados foi consultada pelo fato de contemplar toda a produção científica dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* do país, com assuntos coerentes às demandas sociais, acadêmicas e políticas, em uma perspectiva inovadora e emergente.

Essa busca ativa foi desenvolvida a partir de três descritores, a citar: água virtual; setores; Brasil. Eles foram utilizados de forma combinada entre si, a partir do operador

booleano *AND*. A partir da utilização destes descritores, esperava-se obter as pesquisas que permitissem mapear quais setores têm sido mais investigados no contexto da temática da água virtual no país. Ainda, visando obter um panorama da produção acadêmica mais recente, o recorte temporal escolhido foi o período de 2015 a 2021. A pesquisa sistemática ocorreu no dia 21 de setembro de 2021. Foram incluídos na amostragem apenas estudos em língua portuguesa e trabalhos indisponíveis na íntegra foram excluídos.

Nos estudos localizados, realizou-se a leitura flutuante dos títulos, sendo incluídos na amostra apenas aqueles que apresentavam o termo água virtual no título. Esta decisão metodológica se alinha ao objetivo de focalizar estudos que tenham o tema da água virtual como assunto principal, permitindo um levantamento bibliométrico mais específico do tema. Posteriormente, naqueles cujos conteúdos eram correspondentes ao objetivo da presente pesquisa, realizou-se uma leitura e análise minuciosa, de forma individual. Os dados descritivos abordados tratam-se do tipo de pesquisa, ano e local de publicação, além das palavras-chaves utilizadas e autores mais citados. Estes dados foram organizados com o auxílio do *software Microsoft Excel 2010*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns estudos desenvolvidos anteriormente, usando diferentes metodologias e de diferentes áreas, já indicavam a necessidade de discutir temáticas relacionadas à água virtual, especialmente em regiões estratégicas e países com altos índices de exportação (FLACH et al., 2020; DENG et al., 2021). Acredita-se que esses apontamentos são realizados no sentido de despertar atenção especial para o uso de recursos hídricos, utilizados na produção massiva de alimentos, especialmente *commodities*, assim como sobre a reconsideração do consumo de água nos processos produtivos.

Nessa perspectiva, estudo anterior já documentou que países, especialmente os desenvolvidos, que sofrem com falta de água, utilizam-se estrategicamente dos recursos de outras regiões do planeta, com o intuito de “[...] satisfazer as necessidades de consumo doméstico, o Brasil aproveita sua abundância hídrica como vantagem para exportar produtos que exigem maior quantidade de água em sua fabricação, o que pode trazer ameaças em longo prazo” (SANTANA; GRANATO, 2016, p. 1).

Deng et al. (2021), por exemplo, alertam para a importância de analisar as características específicas desse comércio virtual de água e sua relação com o avanço da produção de insumos, que tem se expandido e aumentado, sobretudo a cultura do comércio de água. Entretanto, em nossa pesquisa, buscamos coletar dados gerais sobre o enfoque das pesquisas brasileiras nos últimos anos em relação a esta temática.

Assim, inicialmente foram localizados 122 estudos no banco de teses e dissertações da CAPES, a partir dos critérios estabelecidos na metodologia. Então, foi realizada a leitura fluente de todos os títulos desses materiais, sendo selecionados apenas aqueles que contemplassem o conceito de água virtual no título. A amostra final corresponde a oito estudos, advindos de cursos de pós-graduação *stricto sensu*, em diferentes regiões do Brasil.

As dissertações (75%) e teses (25%), encontram-se distribuídas em três anos, sendo: 2015 (50%), 2018 (12,5%) e 2019 (37,5%). Além disso, percebe-se que 50% delas é proveniente de instituições da região sul do país; 25% do sudeste; 12,5% da região norte e nordeste. No Quadro 1 é possível verificar as pesquisas contempladas na amostra final.

**Quadro 1.** Informações das teses e dissertações selecionadas para análise.

Código	Autor/ano	Tipo	Título	Instituição	Programa	UF
P1	Vanessa de Oliveira Moraes (2015)	D	<b>Análise intersetorial dos fluxos de água virtual para a economia brasileira: uma abordagem insumo-produto</b>	Universidade Federal de Santa Maria	Economia e Desenvolvimento	RS
P2	Lidiane Pereira Gomes Lucas Barreto (2015)	D	O estudo da água real e virtual no concreto usinado	Universidade Federal do Pará	Engenharia Civil	PA
P3	Mirian Veronica Sáez Herrera (2015)	D	Avaliação da estimativa de dispêndio de água virtual na exportação Brasileira no período de 2003-2014	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Engenharia Civil	SP
P4	Sonaly Duarte de Oliveira (2015)	T	Fluxo de água virtual no Brasil	Universidade Federal de Campina Grande	Meteorologia	PB

P5	Jaqueline Gisele Gelain (2018)	D	Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor agropecuário brasileiro	Universidade de São Paulo	Ciências (Economia Aplicada)	SP
P6	Ana Cláudia Bergmann (2019)	D	O papel do Brasil no comércio internacional de água virtual: uma análise insumo-produto	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Economia	PR
P7	Thaís Dalla Corte (2019)	T	Ecologia política da água: instrumentos jurídicos (inter)nacionais para a gestão da água virtual	Universidade Federal de Santa Catarina	Direito	SC
P8	Anaís Ostroski (2019)	D	Água virtual, emissões de gases de efeito estufa e energia incorporada na exportação do agronegócio paranaense	Universidade Federal do Paraná	Engenharia Ambiental	PR

\*D: dissertação de mestrado; T: tese de doutorado; UF: Unidade Federativa.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Como pode ser visto, a busca encontrou produções que permeiam diferentes áreas do conhecimento, conferindo o caráter interdisciplinar para a temática água virtual, que se aplica a diversos produtos e setores, e isto é consistente às concepções de Bleninger e Kotsuka (2015). No entanto, mais da metade dos trabalhos analisados tendem a focar a produção agrícola no contexto da água virtual.

Embora esses estudos apresentem enfoque para a temática em questão, e apresentem os impactos sociais, econômicos e políticos, são escassos aqueles que oferecem indicativos e soluções acerca da reversão do comércio estratégico de água virtual. Este enunciado se alinha aos de Brum et al. (2019), que observaram déficit no balanço de transações de água no Brasil em relação aos países aos quais exporta seus produtos.

Pode-se observar que a P1, por exemplo, teve como principal objetivo analisar a utilização da água pela economia brasileira e medir a água virtual que é importada e exportada no Brasil. O percurso metodológico foi seguido a partir de diversas abordagens e modelos matemáticos, para a análise de setores específicos na matriz insumo-produto. Os resultados apontam que a agricultura e os setores de alimentos e bebidas são os principais vendedores de água virtual, pelas exportações (MORAES, 2015).

Com uma temática bem diferente, a P2 enfoca a construção civil. O estudo foi desenvolvido com a intenção de verificar a presença e o valor econômico de água real e virtual

no concreto usinado fabricado na região de Belém, estado do Pará. A metodologia desta pesquisa foi de caráter exploratório, onde procurou-se obter matematicamente o volume de água real e o volume de água virtual despendidos na produção do concreto usinado. A construção civil, além de ser um dos maiores setores do país, também consome muitos recursos naturais. Os dados indicam que, no segmento da construção civil, a difusão do conceito virtual da água pode colaborar com a transformação do uso da água nas diversas etapas da construção. O impacto financeiro-econômico com água real nas obras é relativamente baixo se comparado com a água virtual, que é muito alto (BARRETO, 2015).

A P3 por sua vez, objetivou estimar o volume de água virtual presente nos principais produtos da pauta de exportação brasileira ao longo de doze anos (2003-2014). Para isso, utilizou-se do método de pesquisa exploratória, desenvolvida a partir de cálculos matemáticos. Os resultados obtidos pela pesquisadora apontam que o gasto de água virtual para 60% dos produtos da pauta de exportação do Brasil, para o período analisado, indicou aumento expressivo de 53,6% e demonstram que o Brasil exporta em média 191 Gm<sup>3</sup>/ano de água virtual. Ainda de acordo com a autora, a prática da exportação apenas será sustentável se houver a reprodução verdadeira dos custos e impactos ambientais, principalmente para os países exportadores (HERRERA, 2015).

Já a P4, no contexto da gestão da água, teve a intenção de determinar a pegada hídrica total do consumo nacional brasileiro e o fluxo de água virtual das principais *commodities* consumidas no país. A metodologia da pesquisa foi de caráter exploratório, com base em dados do portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e em cálculos matemáticos. Constatou-se que, em relação à exportação líquida global de água virtual, as *commodities* agrícolas correspondem a 30,3% e as industriais a 26%, entretanto, o grupo de produtos pecuários é o maior exportador de água virtual (43,7%) do Brasil para outras regiões do planeta. Ainda, a autora aponta que a carne bovina é a *commodity* que mais contribui para a elevada pegada hídrica nacional (OLIVEIRA, 2015).

Nesta mesma perspectiva da agricultura brasileira, a P5 buscou avaliar se a exportação de água virtual em 10 produtos da agropecuária está sendo benéfica ao Brasil. Para tanto, utilizou-se de pesquisa exploratória, com coleta de dados no sistema de análise de informações do comércio exterior e aplicação de fórmulas matemáticas. O trabalho verificou que dos 27 estados brasileiros, apenas em 16 deles existe legislação de cobrança pelo uso dos recursos hídricos. No ano de 2016, os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina,



São Paulo e Minas Gerais, juntos exportaram 97,3% da água virtual total exportada. Ademais, os dados indicam que a água no Brasil é subvalorizada, em comparação com outros países analisados (GELAIN, 2018).

Em relação a P6, a pesquisa investigou a interdependência existente entre o Brasil e outros países no que se refere ao fluxo de água virtual. Para isso, a autora utilizou como abordagem metodológica o método de extração hipotética em confronto com dados da matriz insumo-produto e de contas ambientais (1995-2009). Os resultados permitiram concluir que o Brasil é um grande exportador e fornecedor de água virtual para diversas regiões do mundo. Além do mais, o país exporta mais água para seus parceiros econômicos do que importa, isso permite inferir que ele utiliza seus recursos hídricos de forma intensa, especialmente pela produção agrícola (BERGMANN, 2019).

A P7, correspondente a uma tese de doutorado, teve como principal objetivo identificar instrumentos jurídicos (inter)nacionais para a gestão da água virtual. O encaminhamento metodológico utilizado foi uma abordagem dedutiva e procedimento monográfico. No Brasil não há mecanismos de gestão destinados diretamente à água virtual, entretanto, na Política Nacional de Recursos Hídricos alguns instrumentos se relacionam com ela. No âmbito internacional, os instrumentos identificados são incompatíveis com a questão da justiça ambiental. Os resultados indicam que a gestão da água virtual no Brasil pode ser promovida a partir de instrumentos que envolvam o limite sustentável de uso, reuso da água, outorgas e gerenciamento da água na bacia hidrográfica, por exemplo (DALLA CORTE, 2019).

Por outro lado, a P8, no âmbito da emergência climática, teve o objetivo de avaliar a demanda de recursos hídricos e energéticos em relação a três *commodities* importantes para o comércio exterior paranaense, a soja, o café e o açúcar, discutindo a dependência de água virtual. Para tanto, empregou-se a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida e a Pegada Hídrica, com caráter interdisciplinar. Foi possível constatar que 75% da água virtual do estado do Paraná, região Sul do Brasil, é destinada a países com altos índices de escassez. O fluxo de água virtual exportado para os Estados Unidos pelo comércio do café é de cerca de 73 milhões de metros cúbicos anualmente. A China domina as importações de água virtual devido aos grandes volumes de soja que adquire do estado paranaense (OSTROSKI, 2019).

A análise dos trabalhos aponta para diversas lacunas que podem ser exploradas em futuras agendas de pesquisa, em diferentes áreas do conhecimento. O caráter multi e interdisciplinar do tema contempla a necessidade de avanços em pesquisas tanto empíricas

quanto teóricas, e suscita debates sociais, econômicos e políticos. Dalla Corte (2019) ressalta a importância de uma “educação hídrica” e uma “alfabetização ecológica” e indica que o tema da água virtual precisa ser abordado para além da eficiência econômica, buscando concatenar as demandas da justiça climática. Moraes (2015, p. 80) também assinala a necessidade de superar as “análises meramente econômicas da economia ortodoxa convencional”, sugerindo investigações mais detalhadas e comparações entre países e regiões específicas. Neste mesmo sentido, Gelain (2018) reafirma que o Brasil é grande exportador de água, apesar de o tema ainda ser pouco explorado nas pesquisas nacionais, e ainda que o recurso sofre de uma profunda subvalorização, sendo imprescindível a investigação dos motivos e origens deste problema.

Ao mesmo tempo, as chamadas Avaliações do Ciclo de Vida dos bens produzidos têm grande valia para o entendimento do fluxo de água virtual importada e exportada no país, permitindo a realização de um balanço mais realista. Ostroski (2019) recomenda a realização de estudos acerca de produtos que ainda não tiveram seu ciclo de vida inventariado, bem como estudos que comparem a origem da água utilizada na produção destes produtos, se é proveniente majoritariamente de água da chuva, de águas superficiais e subterrâneas ou se são utilizadas águas reaproveitadas de outros processos. Bergmann (2019) também sugere que mais estudos semelhantes sejam realizados, visando ampliar os registros empíricos, bem como manter os dados atualizados e permitir uma comparação entre diferentes períodos históricos. Ainda, nota-se a importância do desenvolvimento e aplicação de técnicas que otimizem o consumo de água em toda a cadeia produtiva de *commodities*, visto que, como apontado por Oliveira (2015), de 27 *commodities* analisadas em seu estudo, apenas oito classificam-se como de baixa pegada hídrica, sendo que os produtos com maior pegada hídrica também correspondem aos produtos mais exportados.

Considerando o levantamento de dados bibliométricos quantitativos, verifica-se que os trabalhos apresentaram três a cinco palavras-chave cada, totalizando 29 palavras-chaves. Essas palavras-chaves são apresentadas na Figura 1, no formato de nuvem de palavras, onde o tamanho de cada termo corresponde à frequência empregada. Verificou-se que os termos “comércio internacional”, “exportação”, “exportação e importação” e “parceiros importadores” apresentam cunho similar, e desta forma, nesta pesquisa, foram organizados sob a palavra-chave “comércio internacional”.

**Figura 1.** Nuvem de palavras com as principais palavras-chave empregadas nos estudos analisados.



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Verifica-se a predominância do tema principal como palavra-chave, água virtual. Em seguida, destaca-se comércio internacional, pegada hídrica e insumo-produto. Observa-se ainda que, embora algumas palavras-chaves indiquem áreas específicas do conhecimento, outras abordam aspectos de caráter econômico, transversais à diferentes áreas, como economia, custo-benefício e gestão. Por fim, ressalta-se como a temática abordada está vinculada à perspectiva de que a água é uma mercadoria no panorama internacional, o que reforça a importância de tratar o assunto como de relevância estratégica para o país.

Por fim, objetivando-se mapear os autores mais citados nas dissertações e teses analisadas, foi realizada uma sistematização de todas as referências utilizadas, com apoio do *software Microsoft Excel*, para verificar quais são os principais trabalhos citados para embasar teoricamente os estudos conduzidos. O Quadro 2 apresenta os artigos publicados em periódicos que foram citados em pelo menos três dos oito trabalhos analisados, optando-se por evidenciar os artigos que obtiveram maior frequência de citações.

**Quadro 2.** Artigos publicados em periódicos mais citados nos trabalhos analisados.

Autor(es) e ano	Artigo	Periódico	Trabalhos em que foi citado
-----------------	--------	-----------	-----------------------------

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. (2005)	<i>Globalization of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade</i>	<i>Global Environmental Change</i>	5
ALLAN, J. A. (1998)	<i>Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits.</i>	<i>Ground Water</i>	3
CARMO, R. L.; OJIMA, A. L. R.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T. (2007)	<i>Água Virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água</i>	<i>Ambiente &amp; Sociedade</i>	3
CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA A. Y.; SAVENIJE, H. H. G. (2006)	<i>Water saving through international trade of agricultural products</i>	<i>Hydrology and Earth System Sciences</i>	3
YANG, H.; WANG, L.; ABBASPOUR, K. C.; ZEHNDER, A. J. B. (2006)	<i>Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade</i>	<i>Hydrology and Earth System Sciences</i>	3

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Nota-se que, dentre as publicações destacadas, apenas uma é brasileira, e com data de publicação há mais de dez anos. Isso reitera a necessidade de avançarmos na agenda de pesquisas sobre água virtual em território nacional, para conhecer a realidade e as perspectivas que podem ser fornecidas a partir deste conceito, possibilitando subsidiar a tomada de decisão na esfera pública.

O artigo mais antigo entre os mais citados é de autoria de John Anthony Allan, precursor do arcabouço conceitual sobre água virtual. Isso evidencia que as referências clássicas são citadas mais frequentemente nas dissertações e teses atuais, em comparação com referências mais recentes e empíricas. Esta questão é reforçada ao se observar o ano de publicação dos artigos, que de maneira geral foram publicados há mais de dez anos.

O artigo mais citado é de autoria de Hoekstra e Hung, e cabe destacar que esses autores, junto de Chapagain e outros colaboradores, organizados em diferentes grupos, produziram dezenas de relatórios técnicos sob a série “*Value of Water Research Report Series*”, publicados pelo IHE Delft *Institute for Water Education* em parceria com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), dentro da temática de água virtual e pegada hídrica. O relatório número 11, publicado em 2002 por Hoekstra e Hung foi citado em seis trabalhos analisados neste estudo, seguido pelo relatório número 12 (HOESKTRA, 2003) com quatro citações, e pelos relatórios número 47 (MEKONNEN;

HOEKSTRA, 2010) e 50 (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2011), com três citações cada. O Manual de Avaliação da Pegada Hídrica, de Hoekstra e demais colaboradores (2011) foi citado em cinco trabalhos, e outros livros publicados por esse prolífico grupo de pesquisadores também compuseram a bibliografia das teses e dissertações analisadas.

A análise quantitativa para determinar indicadores bibliométricos sobre a água virtual em teses e dissertações foi aplicada. Usando esta abordagem, notou-se que, além de tratarem especificamente da temática em suas narrativas, as produções transcorrem por tendências majoritárias, sendo elas a agricultura/agropecuária; legislação e construção civil. Observamos que a maioria das pesquisas analisadas se utilizaram de dados secundários e, que apesar disso, elas são coerentes ao apontar, direta ou indiretamente, a deficiência que o Brasil tem em gerenciar as águas do território e de reduzir os impactos causados por este motivo, segundo também é definido por Grangeiro, Ribeiro e Miranda (2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, buscou-se apresentar, a partir de abordagem bibliométrica, indicadores relacionados às pesquisas de pós-graduação *stricto sensu* brasileiras sobre a temática água virtual. Verificou-se que, em grande parte dos estudos, houve associação do tema com a questão agrícola do país, especialmente em relação às principais *commodities* produzidas.

Ao longo do período analisado, constatou-se lacuna de pesquisas nos anos de 2016, 2020 e 2021. Já no ano de 2015 observou-se que houve a maior quantidade de publicações. Esses achados indicam que há a recente necessidade de desenvolvimento de pesquisas dessa ordem em relação à temática. Além disso, cabe ressaltar que os resultados observados na presente pesquisa não estavam relacionados diretamente à pegada hídrica, clima ou qualidade do recurso, mas sim com uma totalidade de fatores concatenados às relações internacionais e produtivas.

O presente estudo indica que apesar de toda repercussão que têm ocorrido sobre crise hídrica e mudanças climáticas no Brasil, há escassez de pesquisas em nível de mestrado e doutorado sobre a água virtual, principalmente nos últimos anos contemplados nesta pesquisa. Ademais, este é um dos primeiros estudos a realizar uma varredura bibliométrica nessas condições sobre a temática, que se tornou um mercado, amparado no modelo lucrativista e na fragilidade política do país. Em vista disso, defendemos a necessidade de

instrumentos regulatórios que ultrapassem a valoração econômica e de riqueza da água, mas que a compreendam como fonte de vida, que merece ser respeitada. Além disso, destaca-se a necessidade de engajamento entre a construção de uma sociedade sustentável e sua interface na comunicação das taxas de água que não têm sido contabilizadas.

Como limitação da pesquisa, identificamos que embora nossa amostra esteja apoiada na análise de teses e dissertações disponíveis na base da CAPES, eles não correspondem à totalidade dos estudos desenvolvimento do âmbito científico brasileiro. Então, trabalhos futuros deveriam realizar uma revisão sistemática de caráter quali-quantitativa em artigos científicos, para avaliar se a tendência de abordagem se mantém a longo prazo, aprofundando a análise bibliométrica.

## REFERÊNCIAS

ALLAN, J. A. Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits. *Ground Water*, v. 36, p. 545-546. 1998.

BARRETO, L. P. G. L. O estudo da água real e virtual no concreto usinado. 2015. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

BERGMANN, A. C. O papel do Brasil no comércio internacional de água virtual: uma análise insumo-produto. 2019. 73 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2019.

BLNINGER, T.; KOTSUKA, L. K. Conceitos de água virtual e pegada hídrica: estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil. *Revista Recursos Hídricos*, v. 36, n. 1, p. 15-24, 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual. Brasília: ANA, 2020.

BRUM, A. K.; FRAINER, D. M.; SOUZA, C. C.; REIS NETO, J. F. Análise do fluxo de água virtual: uma abordagem a partir da balança comercial de Mato Grosso do Sul. *Interações*, v. 20, n. 1, p. 297-313, 2019.

CARMO, R. L.; OJIMA, A. L. R. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T. Água Virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande exportador de água. *Ambiente & Sociedade*, v. 5, n. 1, p. 83-96, 2007.

CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA A.Y.; SAVENIJE, H. H. G. Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 10, n. 3, p. 455-468. 2006.

DALLA CORTE, T. D. Ecologia política da água: instrumentos jurídicos (inter)nacionais para a gestão da água virtual. 2019. 484 f. Tese (Doutorado em Direito) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

DEMO, G.; OLIVEIRA, A F.; COSTA, A. C. Resiliência no trabalho: Revisão bibliométrica sistemática no contexto brasileiro e itinerários da produção nacional. *Revista Psicologia: Organizações e Trabalho*, v. 17, n. 3, p. 180-189, 2017.

DENG, G.; LU, F.; WU, L.; XU, C. Social network analysis of virtual water trade among major countries in the world. *Science of The Total Environment*, v. 753, n. 20, p. 1-11, 2021.

EMPINOTTI, V. L.; TADEU, N. D.; FRAGKOU, M. C.; SINISGALLI, P. A. A. Desafios de governança da água: conceito de territórios hidrossociais e arranjos institucionais. *Estudos avançados*, v. 35, n. 102, p. 177-192, 2021.

FLACH, R.; FADER, M.; FOLBERTH, C.; SKALSKY, R.; KANTKE, K. The effects of cropping intensity and cropland expansion of brazilian soybean production on green water flows. *Environmental research communication*, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2020.

GELAIN, J. G. Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor agropecuário brasileiro. 2018. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Área de Concentração: Economia Aplicada) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

GRANGEIRO, E. L. A.; RIBEIRO, M. M. R.; MIRANDA, L. I. B. Integração de políticas públicas no Brasil: o caso dos setores de recursos hídricos, urbano e saneamento. *Cadernos MetrÓpole*, v. 22, n. 48, p. 417-434, 2020.

HERRERA, M. V. S. Avaliação da estimativa de dispêndio de água virtual na exportação Brasileira no período de 2003-2014. 98f. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2015.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. Virtual water trade – A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *Value of water: Research report series*, n. 11, UNESCO/IHE, 2002.

HOEKSTRA, A. Y. (Org.). Virtual water trade – Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. *Value of water: Research report series*, n. 12, UNESCO/IHE, 2003.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change*, [s.l.], v. 15, n. 1, p.45-56, abr. 2005.

HOEKSTRA, A.; CHAPAGAIN, A.; ALADAYA, M.; MEKONNEN, M. Manual de avaliação da pegada hídrica. Earthscan: London; Washington, DC, 2011.

MEKONNEN, M; HOEKSTRA, A. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Volume 1: Main Report. Value of water: Research report series, n. 47, UNESCO/IHE, 2010.

MEKONNEN, M; HOEKSTRA, A. National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption. Volume 1: Main Report. Value of water: Research report series, n. 50, UNESCO/IHE, 2011.

MORAES, V. O. Análise intersetorial dos fluxos de água virtual para a economia brasileira: uma abordagem insumo-produto. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado em Economia e Desenvolvimento) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

PINTO, E. Geopolítica da água. Revista de Geopolítica, v. 8, n. 1, p. 19-32, 2017.

SANTANA, A. R. M.; GRANATO, P. R. Pegada hídrica e água virtual: conceitos a serem considerados na elaboração da política comercial externa brasileira. Revista Perspectiva em Educação, Gestão & Tecnologia, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2016.

OLIVEIRA, S. D. Fluxo de água virtual no Brasil. 2015. 158 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.

OSTROSKI, A. Água virtual, emissões de gases de efeito estufa e energia incorporada na exportação do agronegócio paranaense. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

UN. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Statistics Division. 2020 International Trade Statistics Yearbook: Trade by Country. Vol. 1. United Nations: New York, 2021.

YANG, H.; WANG, L.; ABBASPOUR, K. C.; ZEHNDER, A. J. B. Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade. Hydrology and Earth System Sciences, v. 10, n. 3, p. 443-454. 2006.