BALANÇO HÍDRICO E SEGURANÇA HÍDRICA NA AMAZÔNIA: TENDÊNCIAS E LACUNAS NA PRODUÇÃO CIENTÍFICA COM BASE EM ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

José Torrente da Rocha[1], Nara Luísa Reis de Andrade[2], Fernanda Bay Hurtado[3], Nicolas Alessandro de Souza Belete[4]

RESUMO

A Amazônia desempenha papel decisivo na regulação climática e na manutenção dos fluxos hidrológicos, sendo um dos sistemas ambientais mais suscetíveis às mudanças no uso da terra e às pressões climáticas. Compreender como a produção científica tem abordado as temáticas sobre balanço hídrico e segurança hídrica é relevante para identificar avanços, lacunas e tendências emergentes nas pesquisas sobre a região. O objetivo deste estudo foi analisar a evolução, características e padrões de colaboração da literatura científica destes temas no período de 2021 a 2025. Para isso, realizou-se análise bibliométrica com abordagem descritiva e quantitativa, utilizando as bases *Scopus* e *Web of Science*, cujos registros foram exportados, filtrados e integrados no *RStudio* e *Bibliometrix*, gerando um banco de dados com 117 artigos. Os resultados mostram crescimento anual de 7,1% das publicações, protagonismo de instituições brasileiras e colaboração com centros de pesquisa internacionais. As temáticas recorrentes envolveram mudanças climáticas, evapotranspiração, desmatamento e dinâmicas hidrológicas associadas aos fluxos de água e energia na bacia amazônica. O campo apresenta dinamismo e relevância estratégica, mas enfrenta lacunas relacionadas à integração entre hidrologia, governança e modelagem ambiental, com necessidade de ampliar bases de dados, aprofundar análises temáticas e atualizar periodicamente os indicadores de pesquisa e palavras-chave.

PALAVRAS-CHAVE: bibliometria; evapotranspiração; funções hidrológicas; governança hídrica; mudanças climáticas.

INTRODUÇÃO

A água constitui elemento fundamental para a manutenção da vida e o desenvolvimento das sociedades humanas, desempenhando papel estratégico nas dimensões ambiental, social e econômica. Na Bacia Amazônica, essa importância adquire magnitude singular, uma vez que a região abriga percentual significativo das reservas superficiais de água doce do planeta e fornece serviços ecossistêmicos críticos de escala global (Barros; Amin, 2008; Migiyama, 2011).

Nesse contexto, o conceito de segurança hídrica emerge como quadro analítico integrador, abrangendo as dimensões de disponibilidade, qualidade, acesso equitativo e resiliência dos sistemas hídricos frente a ameaças múltiplas. O balanço hídrico, por sua vez, constitui ferramenta fundamental para a avaliação da segurança hídrica, ao representar a dinâmica de fluxo do ciclo da água em uma bacia hidrográfica por meio da quantificação de seus componentes principais: precipitação, evapotranspiração e escoamento (Veilleux; Anderson, 2016; Coe et al., 2016).

A pesquisa bibliométrica constitui um instrumento essencial na avaliação da produção científica, permitindo o mapeamento e a caracterização do conhecimento produzido, especialmente em investigações especializadas que contribuem para o avanço dos diferentes campos científicos (Volmar, 2022). Diante desse contexto, o presente trabalho objetiva compreender qual a situação atual da produção acadêmica global relacionado à balanço e segurança hídrica na Amazônia, seus avanços e lacunas de pesquisa, visando subsidiar a formulação de políticas públicas mais efetivas para a gestão sustentável dos recursos hídricos na maior bacia hidrográfica do mundo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho utiliza-se dos métodos de pesquisa descritiva e exploratória com base nos objetivos e quantitativa levando em consideração a abordagem da pesquisa, onde o intuito é mapear e quantificar a produção científica sobre o tema balanço hídrico e segurança hídrica na Amazônia. As bases de dados utilizadas foram publicações periódicas em jornais e revistas científicas nas bases *Scopus* e *Web of Science* (WoS), através do acesso pelo Portal de Periódicos CAPES via acesso pela Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) da Universidade Federal de Rondônia. Para atingir o objetivo deste trabalho, buscou-se analisar os assuntos e autores relacionados ao tema bem como os critérios de citações, entre eles: quantidade de artigos, instituições mais relevantes e países afiliados, fazendo uso da integração dos dados disponíveis nas plataformas supracitadas. A definição das palavras-chave se deu após uma reflexão sobre o tema proposto, e os resultados das buscas são os descritos na Tabela 1.

[1]Aluno do Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), Universidade Federal de Rondônia – UNIR (Campus Ji-Paraná), Ji-Paraná, Rondônia, Brasil. https://orcid.org/0009-0007-3640-3740. E-mail: josetorrente_ea@outlook.com.

[2]Docente do Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia – UNIR (Campus Ji-Paraná), Ji-Paraná, Rondônia, Brasil. https://orcid.org/0000-0001-8602-6161. E-mail: naraluisar@unir.br.

[3]Docente do Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia – UNIR (Campus Ji-Paraná), Ji-Paraná, Rondônia, Brasil. https://orcid.org/0000-0001-7593-1852. E-mail: fernandabay@unir.br.

[4]Docente do Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia – UNIR (Campus Ji-Paraná), Ji-Paraná, Rondônia, Brasil. https://orcid.org/0000-0001-8642-9665. E-mail: nicolas.belete@unir.br.

Tabela 1 – Resultados das buscas com palavras-chaves na base de dados.

BASE DE DADOS	TERMOS DE BUSCA	RESULTADOS
Scopus	"water balance" OR "hydrological functions" AND "climate change" OR "forest cover changes" AND "amazon"	75 artigos
Web of Science	"water balance" AND "water security" AND "forest cover changes" OR "climate change" AND "amazon" AND "hydrological functions"	58 artigos

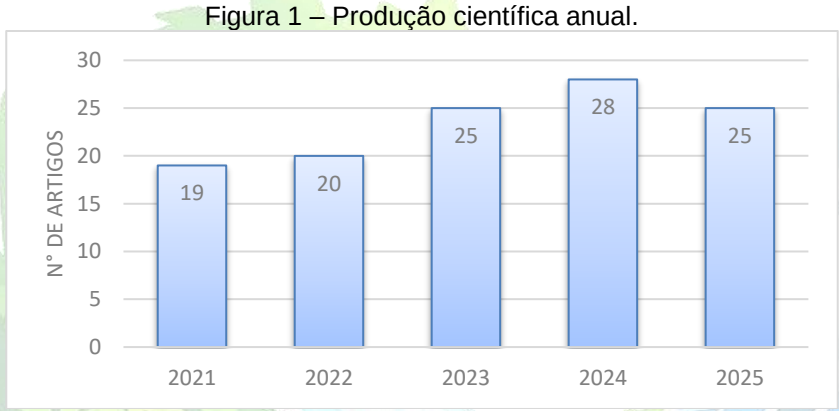
Fonte: Autores.

Foram selecionados ao total 133 artigos escritos em inglês e português entre os anos de 2021 e 2025, que foram exportados em formato *bibtex* e unificados no software gratuito *Rstudio*, dos quais restaram 117 trabalhos após a exclusão de duplicatas usando linguagem de programação dentro do *software*. Posteriormente, foram salvos em arquivo *Excel* e analisados no *biblioshiny* para obtenção das métricas quantitativas.

RESULTADOS

A redação de trabalhos acadêmicos envolvendo os temas balanço hídrico e segurança hídrica aumentou de 2021 até 2024, com uma pequena redução no ano de 2025, o que corrobora a evolução da temática dentro da academia de maneira constante, como ilustrado na Figura 1. Semelhante fato também foi constatado por Silva et al. (2024), durante sua análise sobre os eventos de seca na Amazônia brasileira.

Figura 1 – Produção científica anual.

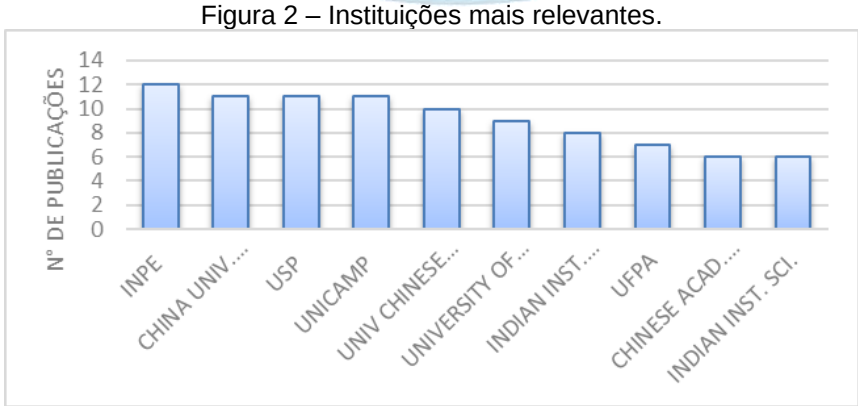


Fonte: Autores.

As instituições mais relevantes ao longo dos cinco anos da evolução do tema estão dispostas na Figura 2, com a maioria de suas publicações sendo realizadas nos anos de 2023 e 2024. Das dez instituições listadas, quatro são brasileiras: o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade Federal do Pará (UFPA), o que mostra a força e iniciativa das instituições e universidades brasileiras na pesquisa e a relevância da temática para o Brasil e para a Amazônia.

Destaca-se também a presença internacional neste resultado, especialmente a China, com três instituições, a Índia, com duas e a Inglaterra com uma, mostrando que a comunidade acadêmica ao redor do mundo tem interesse em entender como funcionam as questões hídricas na Amazônia, especialmente sobre o balanço e a segurança hídrica.

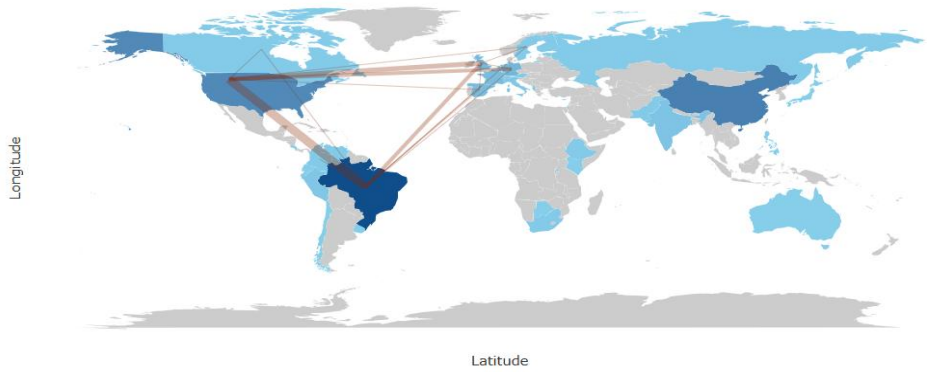
Figura 2 – Instituições mais relevantes.



Fonte: Autores.

Na rede de colaborações entre países, existe uma forte centralidade do Brasil (cor mais escura), o que indica volume significativo de publicações e sua participação ativa em colaborações internacionais, conforme a Figura 3. Padrão semelhante foi encontrado por Zacca-González et al. (2014), em seu estudo sobre a produção científica latino-americana em saúde pública, seguindo um padrão global identificada em pesquisas internacionais e também o estabelecimento de laços de cooperação acadêmica com polos científicos globais.

Figura 3 – Rede de colaboração entre países.



Fonte: Autores.

CONCLUSÃO

A análise bibliométrica evidencia que os estudos sobre balanço hídrico e segurança hídrica na Amazônia configuram um campo em expansão, relevante científica e socioambientalmente, com crescente produção acadêmica e forte protagonismo de instituições brasileiras, indicando a consolidação de um núcleo de pesquisa voltado às interações entre clima, uso da terra e recursos hídricos. Contudo, limitações metodológicas, como a restrição às bases Scopus e Web of Science e a seleção de palavras-chave, podem ter excluído contribuições relevantes. Assim, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o recorte temporal e as bases de dados, além de aprofundarem análises temáticas e espaciais por meio da integração de modelagem hidrológica, avaliação de serviços ecossistêmicos e métricas de governança, bem como a atualização contínua dos indicadores, diante da crescente importância do tema frente às mudanças climáticas e à demanda global por segurança hídrica.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE No. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Agradeço à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM – FAEPI, ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e ao Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia – LBA, pela concessão de bolsa para realização da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, p. 1-34. 2008.

COE, Michael T.; MACEDO, Marcia Nunes; BRANDO, Paulo M.; LEFEBVRE, Paul; PANDAY, Prajjwal; SILVÉRIO, Divino V. The hydrology and energy balance of the Amazon Basin. **In: DAVIDSON, Eric A.; ARTAXO, Paulo; BUSTOS, Joost W. (ed.). Interactions Between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin.** Berlin: Springer, 2016. p. 35-53.

MIGIYAMA, Ayamy da Costa. **Desafios e oportunidades para a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do rio Amazonas**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

SILVA, Matheus Cavalcante; SOUZA, Jadelene Ramos de; SELFE, Ana Cristina Cavalcante; ISHIHARA, Júnior Hiroyuki. Análise bibliométrica sobre eventos de seca na Amazônia brasileira: panorama, tendências e perspectivas. **Revista Multidebates**, v.8, n.3, p. 173-184, 2024.

VEILLEUX, Jennifer C.; ANDERSON, Elizabeth P. 2015 snapshot of water security in the Nile, Mekong, and Amazon River basins. **Limnology and Oceanography Bulletin**, v. 25, n. 1, p. 6-10, 2016.

VOLMAR, Livinson. **Segurança hídrica: análise bibliométrica da produção científica global e Brasileira.** 2022. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

ZACCA-GONZÁLEZ, Grisel; CHINCHILLA-RODRÍGUEZ, Zaida; VARGAS-QUESADA, Benjamín; MOYA-ANEGÓN, Félix de. Bibliometric analysis of regional Latin America's scientific output in Public Health through SCImago Journal & Country Rank. **BMC Public Health**, v. 14, n. 632, p. 1-11, 2014.