

## **1378 - TENDÊNCIAS DE PESQUISA EM GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS**

**Fernanda de Marco de Souza<sup>(1)</sup>**

Gestora Ambiental (USP), Doutoranda e Mestra em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade (USP).

**Marcelo Antunes Nolasco<sup>(2)</sup>**

Professor Titular da Universidade de São Paulo (USP). Obteve a Livre-Docência pela USP na área de saneamento e sustentabilidade. Realizou Pós-Doutorado/Visiting Scholar na University of California - Berkeley, EUA. Foi professor visitante na Universidade de Lund, Suécia e na TU Delf, Países Baixos.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Arlindo Bértio, 1000 - Ermelino Matarazzo, São Paulo - SP, 03828-000 - São Paulo. e-mail: [fernanda.marco.souza@usp.br](mailto:fernanda.marco.souza@usp.br)

### **RESUMO**

As mudanças climáticas intensificam eventos hidrológicos extremos, exigindo novas abordagens para a gestão dos recursos hídricos. Este estudo teve como objetivo analisar as tendências recentes da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) e suas interfaces com os desafios contemporâneos, por meio de uma análise exploratória na base de dados Scopus. A busca utilizou o termo "Integrated Water Resources Management", abrangendo o período de 1982 a 2024, com foco nos últimos 10 anos para a análise de tendências. Foram identificadas 2.855 publicações no período completo e 1.471 entre 2015 e 2024. Ao longo dos anos, os resultados revelam a incorporação de termos como mudanças climáticas, governança da água, participação das partes interessadas e abordagem integrada. Após 2015, forma-se um novo grupo temático centrado em governança e gestão integrada, alinhado ao conceito emergente de *One Water* (Água única, tradução livre). Este modelo considera a interdependência entre os diversos tipos de água em uma bacia hidrográfica e propõe soluções, visando maior resiliência hídrica e sustentabilidade. Deste modo, ampliar o uso de abordagens integradas é essencial para enfrentar os impactos das mudanças climáticas, reforçando a importância da colaboração e da inovação no campo da gestão hídrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mudanças Climáticas; One Water; Governança da Água; Gestão Hídrica

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas, atualmente em curso, afetam significativamente as condições meteorológicas e o clima global (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, 2023). O cenário atual é marcado por eventos hidrológicos extremos, com episódios de secas prolongadas e chuvas intensas que impactam diretamente o balanço hídrico (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, 2023). A intensificação das secas e a ocorrência de secas rápidas estão associadas à redução das precipitações e ao aumento da evapotranspiração (Yuan et al., 2023). Esses eventos extremos geram custos sociais significativos, incluindo perdas de vidas humanas e danos materiais, ressaltando a urgência de medidas adaptativas (Newman & Noy, 2022).

Essas alterações são um tema crítico em todas as unidades de gerenciamento de recursos hídricos no Brasil (CORHI/SIMA/FEHIDRO, 2020). Um recente estudo baseado em modelagem hidrológica realizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil, 2024) indica que, de maneira geral, haverá uma redução da disponibilidade hídrica. Este panorama se torna ainda mais grave com o aumento das crises hídricas e das particularidades regionais, como é o caso da Região Hidrográfica Paraná, que abriga mais de 30% da população brasileira, mas conta apenas com 5% da disponibilidade total de água em superfície (Chiquito Gesualdo et al., 2021).

Nesse contexto, os sistemas urbanos são essenciais para reduzir emissões e promover resiliência às mudanças climáticas. Elementos de adaptação e mitigação devem considerar os impactos e riscos dessas mudanças, incorporando-os no planejamento urbano (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, 2023).

O sistema urbano de água é composto por três principais componentes: água potável, águas residuais e águas pluviais, que geralmente são gerenciados separadamente. No entanto, essa abordagem é considerada frágil diante das pressões do crescimento populacional, urbanização acelerada e mudanças climáticas (Pokhrel et al., 2022). Portanto, é necessária uma visão integrada e baseada em ecossistemas da água para promover ações coordenadas e aumentar a resiliência do sistema.

Em nível mundial, ao considerar os riscos de eventos climáticos extremos, observa-se que uma governança sólida e investimentos substanciais em gestão integrada têm contribuído para mitigar os impactos desses eventos; o que evidencia a importância da gestão integrada no fortalecimento de medidas para reduzir vulnerabilidades (Kreibich et al., 2022) e aumentar a segurança hídrica.

## OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo explorar os conceitos e tendências relacionados a gestão integrada de recursos hídricos nos últimos anos e suas interfaces com as mudanças climáticas e questões contemporâneas.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Para alcançar tal objetivo, foi realizada uma busca de caráter exploratório na base de dados Scopus no campo "Título, Resumo e Palavras-chave", utilizando o termo booleano "Integrated Water Resources Management". A busca não incluiu seleção por tipo de documento (incorporando artigos, trabalhos de conferências, capítulos de livros e livros). O escopo temporal foi definido como: a) sem recorte temporal, incluindo documentos de 1982 a 2024 (período total disponível na plataforma); e b) documentos a partir de 2015 (seleção dos últimos 10 anos). Este último foi utilizado para gerar nuvens de palavras com as tendências verificadas nos últimos anos.

Após a busca, os documentos foram analisados utilizando o software VosViewer. Nuvens de palavras foram criadas para examinar as tendências e a co-ocorrência de palavras-chave. Para formar as nuvens, o número mínimo de ocorrências de uma palavra-chave foi definido como 30, ou seja, elas precisavam parecer no mínimo trinta vezes para serem incorporadas na imagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De 1982 a 2015, foram encontrados 2.855 documentos. De 2015 a 2024, 1.471 publicações foram filtrados. Considerando toda a série histórica, os termos mais recorrentes foram: água subterrânea, qualidade da água, desenvolvimento sustentável, gestão da água, recursos hídricos, mudanças climáticas e bacia hidrográfica (Figura 1).

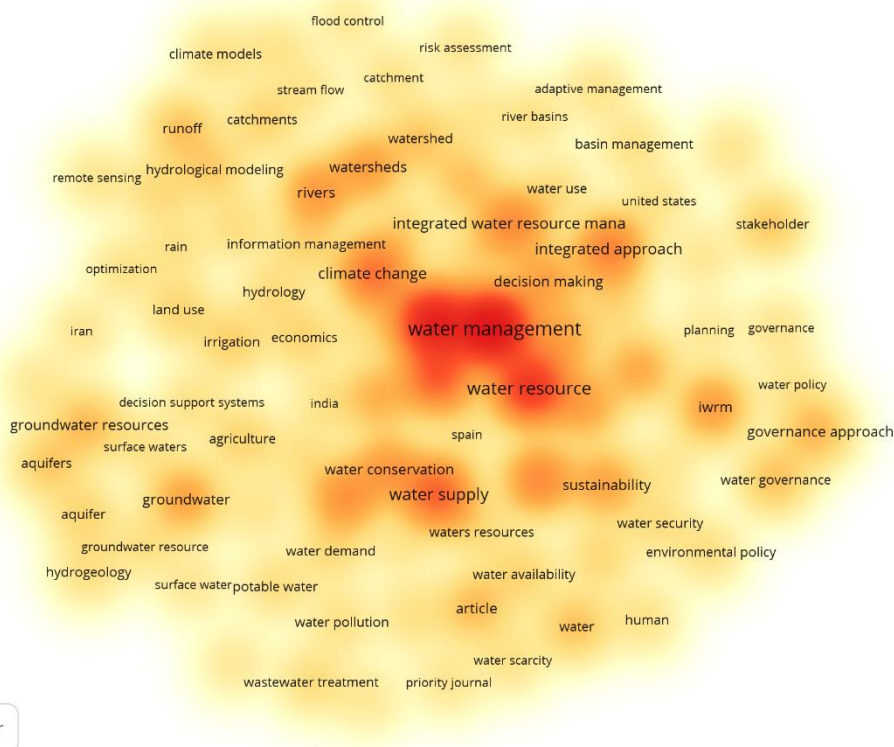
Figura 1 – Palavras-chave mais recorrentes na Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) de 1982 a 2024



Figura 2 – Tendência temporal das palavras-chave mais recorrentes na GIRH de 1982 a 2024



Figura 3 – Palavras-chave mais recorrentes na Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) de 2015 a 2024



Desta maneira, destaca-se um novo cluster específico para a Gestão e Governança de Recursos Hídricos (cluster marcado em vermelho), conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Cluster das palavras-chave mais recorrentes na Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) de 2015-2024





É nesse contexto de abordagens integradas de gestão hídrica que o conceito One Water ou Abordagem One Water (Mukheibir et al., 2014; Daigger et al., 2019) pode ser introduzido. Essa abordagem baseia-se no princípio de que as águas urbanas (águas pluviais, subterrâneas, superficiais, potáveis, residuais e reutilizadas) estão interconectadas dentro de uma única bacia hidrográfica. O conceito envolve a integração de opções e cenários voltados para a combinação de medidas que tornem o sistema mais resiliente (Daigger et al., 2019), aumentando, assim, a segurança hídrica em escala regional e contribuindo para os objetivos do ODS 6 – Água Limpa e Saneamento.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ao direcionar o olhar para uma perspectiva integrada, torna-se evidente que aprofundar estudos nesse campo é essencial para aumentar a segurança hídrica frente às mudanças do clima. A interconexão entre gestão hídrica, recuperação de recursos e desenvolvimento sustentável destaca a relevância de soluções acopladas e da colaboração entre partes interessadas. Assim, consolidar pesquisas nesse tema contribuirá para a elaboração de medidas de adaptação e mitigação e, conseqüentemente, para avanços na resiliência dos sistemas hídricos.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil** / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. -- Brasília: ANA, 2024. 96 p.

**ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**

perspectives. **Hydrological Sciences Journal**, v. 66, n. 5, p. 759-768, 2021.

CHRISPIM, Mariana C. et al. A framework for sustainable planning and decision-making on resource recovery from wastewater: Showcase for São Paulo megacity. **Water**, v. 12, n. 12, p. 3466, 2020.

CORHI/SIMA/FEHIDRO. **Plano Estadual de Recursos Hídricos: PERH 2020-2023**. Sumário executivo. 2020, 105 p. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/corhi/planoestadualderecursoshidricos>. Acesso em 10 nov. 2023.

DAIGGER, G. T. et al. Progress and Promise Transitioning to the One Water/Resource Recovery Integrated Urban Water Management Systems. **Journal of Environmental Engineering**, v. 145, n. 10, p. 1–10, 2019.

HUOVILA, Aapo et al. Carbon-neutral cities: Critical review of theory and practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 341, p. 130912, 2022.

IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 p. 2023. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. 2023.

MUKHEIBIR, Pierre; HOWE, Carol; GALLET, Danielle. What's getting in the way of a 'one water' approach to water services planning and management?. **Water: Journal of the Australian Water Association**, v. 41, n. 3, p. 67-73, 2014.

NEWMAN, R.; NOY, I. The Global Costs of Extreme Weather that are Attributable to Climate Change. **SSRN Electronic Journal**, October, 2022.

POKHREL, Sarin Raj et al. Sustainable, resilient, and reliable urban water systems: making the case for a “one water” approach. **Environmental Reviews**, v. 30, n. 1, p. 10-29, 2022.

YUAN, X. et al. A global transition to flash droughts under climate change. **Science**, v. 380, n. 6641, p. 187–191, 2023.