SÓCIO-HIDROLOGIA E ACESSO À ÁGUA: EXEMPLOS GLOBAIS E NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Mariana Gonçalves Vieira da Silva [1]; Eveline Menezes Rodrigues da Silva [2]& Pedro Henrique Augusto Medeiros [3]

Palavras-Chave – Secas, Desigualdades socioespaciais, Vulnerabilidade social.

INTRODUÇÃO

A sócio-hidrologia surge como uma nova ciência dedicada ao estudo das interações dinâmicas e da coevolução entre sistemas humanos e hídricos. Diferente da hidrologia tradicional, que frequentemente trata as atividades humanas como variáveis externas e prescritas, esta ciência considera as ações das pessoas como parte integrante e inseparável do ciclo hidrológico (Sivapalan *et al*., 2012). O objetivo dessa abordagem é observar, compreender e prever as trajetórias futuras de sistemas onde a sociedade e a água coexistem e se influenciam mutuamente por meio de *feedbacks* bidirecionais (Lyu *et al*., 2024).

Dessa forma, a vulnerabilidade social em sistemas sócio-hidrológicos refere-se ao grau em que a capacidade de um sistema social de manter níveis adequados de bem-estar é afetada por ameaças associadas à variabilidade e à mudança na provisão de serviços ecossistêmicos, em especial o acesso à água (Berrouet, Villegas-Palacio, Botero, 2020). Sob a perspectiva socio-hidrológica, destaca-se que a análise da vulnerabilidade exige a superação de abordagens estritamente centradas em variáveis climáticas ou hidrológicas, incorporando relações de poder, desigualdades históricas e a heterogeneidade social (Savelli *et al*., 2021).

Como exemplo dessa dinâmica, Savelli *et al*. (2021) apontam que, no caso da crise hídrica da Cidade do Cabo, a insegurança no acesso à água não foi apenas consequência da seca prolongada, mas resultado de legados institucionais e políticas, como o *Apartheid* e políticas neoliberais. Essas diretrizes favoreceram padrões de consumo intensivo por grupos de maior renda, ao mesmo tempo em que normalizaram a escassez crônica em assentamentos informais. Assim, o status socioeconômico passou a determinar a margem de adaptação de cada grupo frente à crise.

Além dessas desigualdades contemporâneas, a herança hidrológica e a memória coletiva são determinantes na resiliência dos sistemas humanos-água. No semiárido brasileiro, por exemplo, a recorrência histórica de secas extremas promoveu uma coevolução entre sociedade e recursos hídricos, na qual a percepção social da escassez foi moldada por experiências acumuladas e transmitidas culturalmente (Pereira *et al*., 2025).

Este trabalho de revisão tem como objetivo analisar o desenvolvimento da sócio-hidrologia em diferentes escalas espaciais, do contexto global até o regional, discutindo as interações entre sistemas sociais e hídricos e seus reflexos sobre a distribuição dos recursos hídricos. Por meio dessa abordagem, busca-se compreender como fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais influenciam o acesso à água e moldam padrões de vulnerabilidade hídrica em distintos territórios.

METODOLOGIA

[1]) Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, marigoncalves241@gmail.com
[2]) Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, evelinemenezessilva@gmail.com
[3]) Doutor em Engenharia Civil, Professor do Departamento de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil: phamedeiros@ifce.edu.br

O presente estudo configura-se como uma revisão bibliográfica cujo propósito foi analisar a produção científica sobre a sócio-hidrologia, bem como suas interfaces com as desigualdades socioespaciais no acesso à água e à justiça ambiental. O levantamento de dados ocorreu por meio de buscas sistemáticas na plataforma *Scopus*, entre setembro de 2025 e abril de 2026, utilizando os campos de títulos, resumo e palavras-chave. Foram consideradas publicações no período de 2012 a 2025, restringindo-se ao tipo de documento artigos científicos. A estratégia de busca estruturada de forma evolutiva: partiu de um panorama amplo, em escala global, até delimitar o escopo às regiões semiáridas brasileiras. As combinações de palavras-chave utilizadas em cada etapa da pesquisa são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Palavras-chave e operador booleano para pesquisa.

Combinação de palavras-chave	Quantidade de artigos encontrados
"Sociohydrology"	742
"Sociohydrology" AND "Brazil"	139
"Sociohydrology" AND "Semi-arid regions"	132
"Sociohydrology" AND "Brazil" AND "Semi-arid regions"	37

Após a obtenção dos resultados, realizou-se a triagem dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, considerando os critérios de inclusão e os objetivos desta revisão. Dos 37 documentos identificados inicialmente, 27 foram excluídos por não apresentarem aderência ao escopo temático e aos critérios de elegibilidade estabelecidos, resultando em 10 artigos selecionados para a análise final, conforme apresentado na Figura 1.

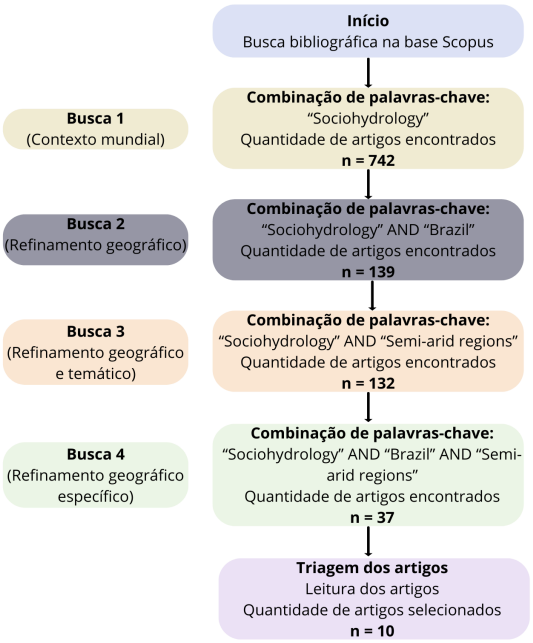


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos artigos. Fonte: autoria própria, 2026.

RESULTADOS

A sócio-hidrologia surge como uma ciência dedicada a investigar as interações bidirecionais e o co-desenvolvimento entre sistemas humanos e hídricos (Sousa *et al*., 2025; Pande e Savenije, 2016). Em uma perspectiva global, o agravamento da escassez hídrica, impulsionado pelo crescimento populacional e mudanças climáticas, não afeta as sociedades de forma homogênea (Lyu *et al*. 2024; Mahmood *et al*., 2025; Savelli *et al*., 2021). Essa assimetria manifesta-se inicialmente na percepção comunitária de justiça; na Etiópia, por exemplo, a equidade na gestão da irrigação

varia drasticamente entre comunidades participativas (abertas) e hierárquicas (fechadas). Nesses cenários, agricultores com maior envolvimento na governança e melhor acesso a recursos tendem a avaliar a distribuição da água de forma positiva, enquanto famílias numerosas e com maior dependência hídrica enfrentam os maiores desafios de subsistência (Khadim *et al*., 2023).

Além das dinâmicas de governança local, a vulnerabilidade social é moldada pela capacidade adaptativa institucional e estrutural de cada região. Enquanto em comunidades rurais colombianas essa vulnerabilidade é definida pela capacidade de substituição de fontes hídricas (Berrouet, Villegas-Palacio, Botero, 2020), em Maharashtra, na Índia, a ausência de tecnologias de armazenamento ou irrigação torna os pequenos agricultores extremamente sensíveis à variabilidade climática, culminando em crises agrárias severas (Pande e Savenije, 2016). Na escala urbana, essa fragilidade ganha contornos históricos: na Cidade do Cabo, na África do Sul, a crise do *"Day Zero"* revelou como os legados do Colonialismo e do *Apartheid* institucionalizaram uma geografia desigual de insegurança hídrica (Savelli *et al.*, 2021).

Cenários semelhantes de disputa entre o individual e o coletivo demandam ferramentas avançadas de análise, como a Modelagem Baseada em Agentes (ABM). Na bacia do Rio Formoso, no Cerrado brasileiro, essa metodologia demonstrou que a cooperação coletiva entre agricultores e o cumprimento de normas regulatórias são determinantes para manter os fluxos ambientais e garantir uma distribuição equitativa. A ABM permite demonstrar que a ausência de mecanismos de cooperação coletiva entre agricultores e de estratégias de alocação consorciada dos recursos favorece decisões individuais e não cooperativas, podendo contribuir para a degradação do ecossistema hídrico e no aumento da vulnerabilidade do sistema como um todo (Sousa *et al*., 2025).

No contexto das regiões semiáridas brasileiras, as discussões sobre justiça ambiental e a sócio-hidrologia ganham contornos profundos, atrelados à memória regional e aos legados de infraestrutura (Pereira *et al*., 2025). Atualmente, o maior desafio do semiárido brasileiro reside na democratização do acesso à água: embora grandes obras, como canais de transposição e reservatórios estratégicos, tenham aumentado a segurança hídrica urbana e industrial, os pequenos reservatórios locais continuam sendo vitais para a subsistência e para a manutenção das populações rurais (Pereira *et al*., 2025).

Essa dicotomia entre o desenvolvimento macroeconômico e os impactos socioambientais locais é observada no estudo de Silva *et al*. (2023) sobre a construção da Barragem do Apertado. A implementação dessa infraestrutura promoveu mudanças significativas na paisagem, viabilizando um incremento de 1424% nas áreas de agricultura irrigada por pivô central entre 1993 e 2016. Embora essa expansão impulsione o agronegócio e gere segurança hídrica comercial, o processo resultou na supressão de pastagens e de vegetação nativa densa. Diante disso, emerge um debate central de justiça ambiental: questiona-se se os benefícios econômicos gerados pela infraestrutura compensam a perda de biodiversidade, e, fundamentalmente, quais grupos sociais vulneráveis arcam com os custos e as consequências dessas transformações territoriais.

CONCLUSÕES

Esta revisão bibliográfica analisou a evolução da sócio-hidrologia em diferentes escalas espaciais, do cenário global ao semiárido brasileiro, evidenciando o potencial dessa abordagem para decodificar as dinâmicas entre sistemas sociais e hidrológicos. O cenário construído demonstra que a disponibilidade hídrica não é determinada apenas por fatores naturais, sendo moldada por processos sociais, econômicos, políticos e institucionais que influenciam o acesso e a distribuição da água.

A literatura consultada aponta que as desigualdades socioespaciais representam um dos maiores gargalos para a gestão sustentável da água, sobretudo em territórios com condições climáticas adversas e elevada vulnerabilidade social. Diante disso, a justiça ambiental consolida- se como um elemento central para a compreensão dos impactos associados à apropriação e ao uso dos recursos hídricos. Os estudos apontam que grupos socialmente mais vulneráveis tendem a suportar de maneira desproporcional os custos ambientais decorrentes de transformações territoriais voltadas ao desenvolvimento econômico.

Consequentemente, a convergência entre sócio-hidrologia e justiça ambiental amplia a compreensão sobre os desafios contemporâneos da gestão da água. Sobretudo no semiárido, evidenciando a necessidade de políticas públicas que considerem simultaneamente os aspectos ambientais, sociais e territoriais na promoção do acesso justo aos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

BERROUET, L.; VILLEGAS-PALACIO, C.; BOTERO, V. (2020). "*Vulnerability of rural communities to change in an ecosystem service provision: Surface water supply. A case study in the northern Andes, Colombia*". Land Use Policy, v. 97, p. 104737.

KHADIM, F.; BAGTZOGLOU, A.; DOKOU, Z.; ANAGNOSTOU, E. (2023). *"A socio-hydrological investigation with groundwater models to assess farmer's perception on water management fairness*". Journal of Hydrology, v. 620, p. 129481.

LYU, J.; MO, S.; JIANG, K.; YAN, S. (2024). "*Seeking a pathway towards a more sustainable human-water relationship by coupled model–From a perspective of socio-hydrology*". Journal of Environmental Management, v.368, p.122231.

MAHMOOD, M.; WANG, X.; AZIZ, F.; DOGULU, N. (2025)." *Urban flood modelling: Challenges and opportunities-A stakeholder-informed analysis*". Environmental Modelling & Software, v.191, p.106507.

PANDE, S.; SAVENIJE, H. (2016). "*A sociohydrological model for smallholder farmers in Maharashtra, India*". Water Resources Research, v. 52, p. 1923-1947.

PEREIRA, B.; UCHÔA, J.; FREITAS, G.; MEIRA NETO, A.; ANACHE, J.; WENDLAND, E.; MEDEIROS, P. (2025). "*Hydrological heritage: A historical exploration of human–water dynamics in Northeast Brazil"*. Hydrological Sciences Journal, v.70, p.546-558.

SAVELLI, E.; RUSCA, M.; CLOKE, H.; DI BALDASSARRE, G. (2021). "*Don't blame the rain: social power and the 2015–2017 drought in Cape Town"*. Journal of Hydrology, v.594, p.125953.

SILVA, T.; FIGUEIREDO, R.; DA SILVA, D.; DA SILVA, P. (2023). "*Temporal changes in land use and land cover due to retarding reservoir implementation*". Journal of South American Earth Sciences, v.127, p.104395.

SIVAPALAN, M.; HUBERT H.; GÜNTER B. (2012). "*Socio-hydrology: A new science of people and water*." Hydrological Processes, v.26, p.1270-1276.

SOUSA, D.; SILVA, E.; CONCEIÇÃO M.; MINOTI, R.; VERGARA, F. (2025). "*Coupling data-driven agent-based and hydrological modelling to explore the effect of collective water allocation strategies in environmental flows*". Journal of Hydrology, v. 652, p. 132670.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pelo subsídio nº 101830/2025-4, à FUNCAP e à UFC.