



IV-184 – DETERMINAÇÃO DE ESCALAS NA GOVERNANÇA ADAPTATIVA DA ÁGUA

Telma C. S. Teixeira⁽¹⁾

Economista e Mestre em Economia pela Universidade Federal da Bahia. Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Professora Pleno da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Líder do Grupo de Estudos em Recursos Hídricos e Sustentabilidade (RHIOS). Pós-doutorado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Márcia M. R. Ribeiro

Engenheira Civil e Mestre em Engenharia pela Universidade Federal da Paraíba (UFCG). Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG (PPGECA/UFCG). Bolsista de Produtividade do CNPq. marcia.ribeiro@ufcg.edu.br

Endereço⁽¹⁾: Universidade Estadual de Feira de Santana - Departamento de Ciências Sociais Aplicadas. Avenida Transnordestina, S/N – Novo Horizonte – Feira de Santana - BA - CEP: 44036-900 - Brasil - Tel: (75) 3161-8050 - e-mail: telma@uefs.br.

RESUMO

A distribuição irregular das águas no planeta sugere as bacias hidrográficas como unidades de gestão para conciliar o equilíbrio ecossistêmico com a aglomeração populacional e econômica do seu entorno. No entanto, os limites territoriais das bacias são questionados quando usos ou interesses fora desses limites afetam as decisões, redefinindo dados e informações necessárias ao planejamento e aos interessados na boa governança das águas da bacia. Esta pesquisa analisa a escala espacial adequada, conforme indicam os Princípios de Governança das Águas, a partir da integração dos ciclos adaptativos que definem os grupos de interesse. Os resultados indicam que os usos externos e a representação econômica ampliam as escalas para uma boa governança, adicionando maior complexidade ao processo. A diversidade das bacias brasileiras ilustra as discussões.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclos Adaptativos, Governança Hídrica, Gestão Hídrica, Resiliência, Escalas de Decisão.

INTRODUÇÃO

A água como direito humano implica a igualdade como critério nas discussões sobre o seu uso, sem limitar este direito a circunstâncias ou grupos de pessoas. Contudo, a distribuição naturalmente irregular no planeta, associada a diferentes padrões culturais e estruturas socioeconômicas, pode transformar a igualdade (direito a) em equidade (necessidade de) (Schmidt, 2020). Além de trazer à luz discussões sobre justiça hídrica e política hídrica (Prieto, 2021; Sultana e Loftus, 2020), a distinção entre esses termos aponta para a importância da complexidade da área gerenciada e da identificação, conhecimento e comprometimento do tomador de decisão.

Argumentar sobre a importância da água doce é uma redundância necessária, justificada e ratificada pela inclusão do recurso como tema prioritário em documentos globais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015) e por iniciativas específicas de orientação política, como os Princípios de Governança da Água (OECD, 2015) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Os ODS, adotados pela ONU em 2015, apesar de abordar a água como elemento central no objetivo 6 (abastecimento do ODS-6), também destaca a importância do recurso nos demais Objetivos para garantir a segurança social, justiça, saúde e bem-estar, para a preservação dos ecossistemas, para a produção de energia limpa, como insumo em diversas atividades econômicas e para combater a pobreza e a desigualdade entre as pessoas. Com uma abordagem centrada nos recursos hídricos, o documento da OCDE, também de 2015, propõe 12 princípios básicos de governança que visam contribuir para políticas públicas mais eficientes e eficazes e comprometidas com a sociedade.

Ambos estão ligados pela abordagem De Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) (meta 6.5), um conceito empírico e um processo flexível baseado na eficiência econômica, equidade e sustentabilidade ambiental da gestão da água (Hassing, 2009). A complexidade associada à GIRH depende de aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais, exigindo uma abordagem interdisciplinar que se adapte à bacia hidrográfica e ao objetivo do estudo. A OCDE discutiu essas conexões três anos após os Princípios (OCDE, 2018), juntamente com uma estrutura de indicadores para apoiar as políticas públicas e iniciativas sobre governança da água. Bertule et al. (2018) exploraram os resultados da combinação dos documentos e analisaram o grau de implementação da GIRH em todo o mundo para todos os 12 princípios de governança da água. Tinoco et al. (2022) compararam Brasil, Chile e México usando indicadores do ODS 6.5.1, analisando a incipiência da implementação da GIRH na América Latina e os obstáculos nos três países.

OBJETIVO

Holling e Gunderson (2002) desenvolveram o conceito de ciclo adaptativo como uma representação da dinâmica dos sistemas socioecológicos (SES). A estrutura do ciclo adaptativo baseia-se no potencial de mudança derivado das competências acumuladas ou do capital natural (limites à mudança), na conectividade entre os elementos do sistema e na capacidade interna de controlar a variabilidade externa, e na resiliência do sistema para manter a sua função (Holling, 2001). A dinâmica evolutiva do ciclo desdobra-se em 4 fases (Fig. 1): (r) rápido crescimento sucessional; (k) conservação lenta; (Ω) liberação da destruição criativa; e (α) reorganização (Holling, 1986).

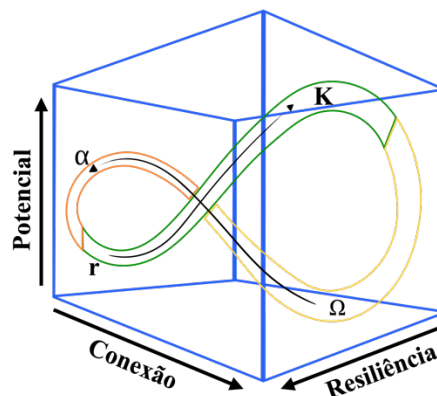


Figura 1: Ciclo Adaptativo. Adaptado de Holling e Gunderson, 2002.

Da conexão hierárquica entre os ciclos adaptativos emerge o conceito de Panarquia (Fig. 2). Os ciclos adaptativos de um sistema complexo interagem com ciclos menores, mais rápidos e outros mais extensos e mais lentos, formando uma estrutura aninhada de ciclos adaptativos (Allen et al., 2014; Garmestani et al., 2020; Holling et al., 2002).

A representação hierárquica dos ciclos adaptativos implica um processo dinâmico de interações e conexões, dois dos quais adquirem maior relevância no contexto da resiliência dos sistemas. Ambos estão associados a influências conectadas aos períodos de instabilidade de liberação (Ω) e à fase de reorganização (α). Por meio de mecanismos de memória, “de cima para baixo”, ciclos adaptativos maiores usam elementos da estabilidade conservadora da fase K para ajudar ciclos menores e aninhados a reorganizar seus elementos, mantendo a estrutura do sistema. Na direção oposta, ciclos adaptativos menores e mais rápidos que representam sistemas de menor escala espacial, em seus períodos de liberação (Ω), tentam influenciar os sistemas nos quais estão aninhados por meio de perturbações ou mecanismos de revolta que testam a resiliência do sistema mais extenso em sua fase de conservação lenta (Gunderson et al., 2022; Holling e Gunderson, 2002).

Ao analisar essa dinâmica, Olsson et al. (2022) afirmam que ciclos adaptativos resilientes com forte capacidade de memória podem manter a estrutura da panarquia, evitando rupturas e prevenindo mudanças mesmo diante de novos contextos. Normas, regulamentações ou estruturas organizacionais que não refletem mudanças políticas, culturais e sociais contemporâneas tornam desafiador implementar novos processos mantendo estruturas

ultrapassadas. No sentido oposto, a revolta pode levar à destruição criativa de ciclos superiores pouco resilientes, causando até mesmo rupturas e colapsos, como mudanças tecnológicas que redefinem processos de produção ou comunicação.

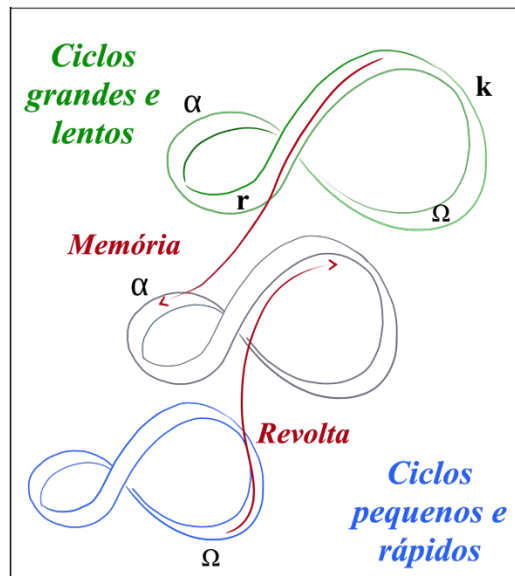


Figura 2: Estrutura de Panarquia. Adaptado de Holling et al. (2002, cap. 3).

A bacia hidrográfica, definida como unidade de gestão dos recursos hídricos, pode ser expressa como um ciclo adaptativo (Holling e Gunderson, 2002), ou seja, uma estrutura dinâmica cujos elementos interagem, ajustando as mudanças temporais internas ao próprio ciclo, aos ciclos que ele abriga e onde ele está alojado. Desta forma, podemos analisar as bacias hidrográficas como unidades isoladas, sub-bacias e conjuntos de reservatórios ou como uma área de uma região maior, trazendo à tona a questão das escalas espaciais para as decisões de gestão.

Nesse contexto, os Princípios de Governança da Água estabelecem a necessidade de escalas apropriadas para gerir a água (Princípio 2), define os dados e informações necessários para a melhoria da política hídrica (Princípio 5) e indica que as partes interessadas devem envolver-se e motivar-se (Princípio 10). Com ênfase nesses princípios, na presente pesquisa identificam-se e discutem-se mudanças nas escalas espaciais da governança hídrica com base na interação de ciclos adaptativos. A discussão é ilustrada com exemplos ligados ao Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os 12 princípios de governança da água são classificados em três dimensões complementares.

- **Eficácia:** Governança como uma contribuição multinível para apoiar governos na definição de políticas e metas relacionadas à água.
- **Eficiência:** Governança como um instrumento para maximizar benefícios com baixos custos sociais para gestão sustentável da água.
- **Confiança e engajamento:** Governança como um instrumento confiável e legítimo de engajamento social, democracia e participação.

Para atendimento dos objetivos estabelecidos na presente pesquisa foram selecionados para análise princípios representativos das 3 dimensões da governança (Fig. 3).



Figura 3: Princípios da OCDE para Governança da Água com seleção em destaque. (OECD, 2015).

O Princípio 2 estabelece a bacia hidrográfica como base para a definição de escalas apropriadas para a governança. Assim, dados e informações relevantes para o desenvolvimento de políticas (Princípio 5) devem associar-se à sustentabilidade do ecossistema da bacia, refletindo os usos e conflitos da água. Quanto ao processo participativo e democrático inerente à governança, os interessados ou afetados pelas políticas da água devem ser identificados e encorajados a participar nas decisões juntamente com os utilizadores diretos e representantes governamentais (Princípio 10).

O tema da escala espacial para a gestão da água na definição de dados, informações e intervenientes está relacionado com os objetivos de política pública de níveis governamentais mais amplos e com a relevância da bacia neste contexto. Discute-se então a complexidade de limites a partir de duas abordagens diferentes.

- Gestão das águas da bacia: A bacia hidrográfica, os municípios e as populações da sua área de drenagem orientam a dinâmica do processo.
- Políticas nacionais de desenvolvimento: A bacia como parte de um contexto mais amplo, sendo influenciada por políticas relacionadas com o uso da água de acordo com a sua relevância econômica.

Estudo de Caso: Brasil

Para fins de planejamento das águas o Brasil foi inicialmente dividido em 12 Regiões Hidrográficas (RH), depois subdivididas e reorganizadas em unidades gestoras de recursos hídricos, sendo 47 bacias hidrográficas interestaduais e 17 estaduais (ANA, 2021). A divisão reflete a disponibilidade de água, a população e a desigualdade da atividade econômica do país.

Com aspectos sociais, ambientais, econômicos e demográficos tão distintos, as bacias brasileiras são relevantes não apenas para decisões relacionadas ao uso da água dentro das bacias, mas também para o desenvolvimento do país, resultando em influências de outras políticas públicas na governança da água, redefinindo assim a escala de dados e informações a serem analisadas e a delimitação de quem são os interessados. A lei 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos) destaca a bacia hidrográfica em seu art. 1 (inciso V): “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”.



RESULTADOS

Para a gestão integrada, a governança da água numa bacia deve observar a escala dos acontecimentos considerando os objetivos traçados e, concomitantemente, a relevância da bacia para o tema abordado. Ao representar a interação entre ciclos adaptativos, a estrutura hierárquica da panarquia é revista considerando as abordagens propostas, sem a pretensão de que sejam as únicas possíveis.

Gestão da Água

O uso não racional, o excesso de poluição e a não conservação da vegetação reduzem a controlabilidade e o potencial do sistema, aumentando a sua vulnerabilidade a perturbações. Desta forma, mesmo quando a bacia hidrográfica é a unidade de gestão, deve-se ampliar a escala espacial a ser analisada para usos externos, ou reduzi-la para captar os detalhes pontuais. Se a água for exportada para consumo humano ou atividade econômica fora da bacia, padrões, variações e imprevisibilidade destas regiões devem ser avaliados no planejamento integrado.

A estrutura hierárquica que representa esta abordagem deve considerar a dinâmica dos ciclos adaptativos fora da bacia com base em informações relacionadas, mas não limitadas, a:

- População: O endereço do consumidor é irrelevante quando as exportações de água servem o abastecimento humano, um uso prioritário.
- Produção: Informações sobre as culturas cultivadas e as técnicas de irrigação utilizadas são relevantes para atestar a eficiência do uso da água na irrigação. Na indústria, a adoção de práticas de reaproveitamento ajuda a conservar o recurso.

Desenvolvimento Nacional

A água na economia é insumo primário para a produção de alimentos, na geração hidrelétrica e em processos industriais. Além disso, o abastecimento adequado é condição essencial para a saúde da população, sendo o acesso um critério relevante nas políticas habitacionais. Logo, políticas de desenvolvimento econômico que combinem o crescimento da riqueza produzida com o bem-estar da população exigem a discussão sobre os recursos hídricos disponíveis em quantidade e qualidade no curto e longo prazo.

Quando as condições ambientais de uma bacia permitem a diversidade econômica, a expansão demográfica e a urbanização acompanham a exploração produtiva dos recursos, o que, ao longo do tempo, pode causar conflitos relacionados com a escolha entre satisfazer usos prioritários ou gerar riqueza. Assim, são implementados mecanismos para garantir a regularidade e estabilidade das condições ambientais afetando a resiliência do sistema.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Gestão da Água

Na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF), o projeto de transferência de água para outras bacias foi implementado em 2017, após a proposta de Dom Pedro II (1840-1889). Reconhecendo a escassez hídrica nas bacias receptoras, as críticas ao processo destacaram os elevados custos do projeto e de sua manutenção, bem como o estresse hídrico na BHSF (Shumilova et al., 2018; Souza da Silva e De Moraes, 2018). A contradição entre a baixa disponibilidade hídrica na Bacia e as elevadas perdas na distribuição de água (Teixeira et al., 2023) coloca em xeque a prioridade de uso para abastecimento ao mesmo tempo em que reduz o potencial da SFRB, aumentando sua vulnerabilidade a eventos cíclicos de seca (ANA, 2021).

A possível ruptura na dinâmica do ciclo adaptativo da Bacia no longo prazo revela a necessidade de comprometimento de interessados não membros do comitê da bacia como, por exemplo, usuários do reservatório Epitácio Pessoa/PB (receptor das águas da BHSF). Silva e Ribeiro (2022) relatam o comportamento de usuários do reservatório nos ciclos de escassez (1998-2003 e 2003-2017) intermediados por um período de recuperação



e extravasamento das águas do reservatório, quando o descomprometimento com a implementação da gestão hídrica se tornou evidente. No segundo evento de seca, após racionamento e proibição de irrigação, o reservatório começou a ser abastecido com água da BHSF. Os problemas que surgem relacionam-se com o compromisso e autonomia do comitê da bacia para tomar decisões, os limites e requisitos que devem ou precisam ser estabelecidos para usos externos, e o nível de imprevisibilidade a ser abordado.

Desenvolvimento Nacional

Em bacias de relevância econômica como Paraíba do Sul e bacias PCJ, interesses e interessados na gestão dos recursos hídricos extrapolam os limites da bacia. Os dados e informações relevantes para a boa governança devem então incluir indicadores regionais da atividade econômica que expliquem as pressões externas à bacia, além de planejamento habitacional para que o abastecimento possa absorver a migração demográfica sem causar novos conflitos. Contudo, também é importante considerar os limites ambientais do ecossistema da bacia, posto que dinâmicas ambientais mais lentas, de ciclos adaptativos maiores, podem causar perturbações indesejáveis a longo prazo.

Por sua vez, na BHSF são 5 usinas hidrelétricas instaladas no canal principal que produzem energia para todo o país, com 3 delas com grandes reservatórios que viabilizam a produção agrícola local (Ferraz de Campos et. al., 2021). A água que produz energia, também irriga a região e abastece a transferência de água da transposição. Mesmo com pontos de extração distintos, a gestão da BHSF não pode isentar-se de elementos sociais e econômicos externos aos seus limites.

Tais exemplos evidenciam a complexidade na definição de escalas espaciais que compatibilizem interesses diretos e indiretos na gestão das águas, bem como escalas temporais, posto que a dinâmica de políticas de maior escopo (ciclos adaptativos “maiores”) demanda compromissos e retorna seus impactos em prazos mais amplos. Centralizar a gestão nos interesses identificados nos limites das Bacias, desprezando as interferências das decisões e necessidades regionais ou nacionais pode resultar em ineficiência das ações do comitê, sendo estas subjugadas por níveis político-administrativo de maior poder decisório.

CONCLUSÕES

Dado que as bacias hidrográficas são subsistemas ambientais, os problemas numa escala mais ampla afetam naturalmente os recursos hídricos. A intensidade dos impactos está relacionada com o grau de degradação da bacia e a relevância desta bacia num contexto mais amplo. Da mesma forma, os subsistemas aninhados na bacia influenciam a forma como os recursos naturais disponíveis são utilizados. Fica então evidente uma relação hierárquica de ciclos adaptativos que constituem uma estrutura de panarquia. A governança da água envolve questões e atores numa escala mais ampla do que a bacia hidrográfica, redefinindo assim as variáveis a analisar para uma gestão eficiente da bacia e modificando o grupo de interesses e partes interessadas no processo de tomada de decisão.

Na presente pesquisa, a complexidade dessas relações foi discutida a partir de uma estrutura de panarquia, examinando as diferentes escalas espaciais que aparecem de acordo com as singularidades da bacia estudada. Os subsistemas sociais e econômicos que constituem os ciclos adaptativos aninhados na bacia são redefinidos quando a água é transferida para usos fora da bacia e quando surgem diferentes interesses. A discussão ilustrada com exemplos da diversidade brasileira enfatiza a necessidade de incorporar a governança da água em um contexto político mais amplo, ao mesmo tempo que destaca possíveis obstáculos e dificuldades na implementação da governança.

Finalmente, é imperativo considerar as diferenças temporais associadas à dinâmica dos ciclos ambientais e socioeconômicos. A dominação humana que caracteriza o Antropoceno enfrenta os desafios de séculos de uso perdulário e degradação ambiental, ao mesmo tempo em que sobrecarrega o uso dos recursos hídricos para manter os padrões de consumo, causando potencialmente mudanças futuras na dinâmica do ecossistema e até mesmo perturbações no ciclo adaptativo dos sistemas nos quais estão aninhados.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, C. R.; ANGELER, D. G.; GARMESTANI, A. S. et al. (2014). Panarchy: Theory and application. *Ecosystems* 17, 578–589.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO (ANA). (2021). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, 2021. Tech. Report. Brasília-DF.
3. BERTULE, M., GLENNIE, P., BJØRNSSEN, P. K., LLOYD, G. J., KJELLEN, M., DALTON, J., RIEU-CLARKE, A., ROMANO, O., TROPP, H., NEWTON, J., & HARLIN, J. (2018). Monitoring Water Resources Governance Progress Globally: Experiences from Monitoring SDG Indicator 6.5.1 on Integrated Water Resources Management Implementation. *Water*, 10(12), 1744. <https://doi.org/10.3390/w10121744>.
4. FERRAZ DE CAMPOS, É.; PEREIRA, E. B.; VAN OEL, P. et al. (2021). Hybrid power generation for increasing water and energy securities during drought: Exploring local and regional effects in a semi-arid basin. *J. Env. Manag.*, 294, 112989.
5. GARMESTANI, A., TWIDWELL, D., ANGELER, D. G., et al (2020). Panarchy: opportunities and challenges for ecosystem management. *Front. Ecol. Env.* 18, 576–583.
6. GUNDERSON, L. H.; C. S. HOLLING, C. S.; PETERSON, G. D. (2002). Surprises and sustainability: Cycles of renewal in the everglades. In L. H. Gunderson and C. Holling (Eds.), *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*, Ch.r 12, pp. 315–332. Washington: Island Press.
7. GUNDERSON, L.H.; GARMESTANI, A.; ALLEN, C.R. (2022). Panarchy: Nature’s rules, in: Gunderson, L.H., Allen, C.R., Garmestani, A. (Eds.), *Applied Panarchy. Applications and Diffusion across Disciplines*. Island Press, Washington. Ch. 1, pp. 3–28.
8. HASSING, Jan; IPSEN, Niels; JONCH CLAUSEN, et al. (2009). Integrated water resources management in action: Dialogue paper. Jointly prepared by DHI Water Policy and UNEP-DHI Centre for Water and Environment, UNESCO, Paris.
9. HOLLING C. S. (1986). Resilience of ecosystems; local surprise and global change. In: Clark WC, Munn RE, editors. *Sustainable development of the biosphere*. Cambridge (UK): Cambridge University Press. 292–317.
10. HOLLING, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems* (New York, N.Y.), 4(5), 390–405.
11. HOLLING C. S., GUNDERSON L.H. (2002) Resilience and adaptive cycles. In: Gunderson LH, Holling C (eds) *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, chap 2, p 25–62
12. HOLLING C. S., GUNDERSON L. H., PETERSON G. D. (2002). Sustainability and panarchies. In: Gunderson L, Holling CS, editors. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. ch. 3. Washington (DC): Island Press.
13. OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). (2015). *OECD principles on water governance*. Paris: OECD Publishing.
14. OLSSON, P.; FOLKE, C.; MOORE, M-L. (2022). Capacities for navigating large-scale sustainability transformations: Exploring the revolt and remembrance mechanisms for shaping collapse and renewal in social-ecological systems. In L. H. Gunderson, C. R. Allen, and A. Garmestani (Eds.), *Applied Panarchy. Applications and Diffusion across Disciplines*, Chapter 8, pp. 155–180. Washington: Island Press.
15. PRIETO, M. (2021). Equity vs. Efficiency and the human right to water. *Water*, 13(3), 278.
16. SCHMIDT, J. J. (2020). Valuing Water: rights, resilience, and the UN High-level Panel on Water. In *Water Politics* (pp. 15-27, ch. 2). Routledge.
17. SHUMILOVA, O.; TOCKNER, K.; THIEME, M. et al. (2018). Global water transfer megaprojects: A potential solution for the water-food-energy nexus? *Front. Environ. Sci.* 6.
18. SOUZA DA SILVA, G.; DE MORAES, M. (2018). Economic water management decisions: trade-offs between conflicting objectives in the sub-middle region of the São Francisco watershed. *Reg. Environ. Change* 18, 1957–1967.
19. SILVA, M.; RIBEIRO, M. (2022). Alocação e governança da água como mecanismos de resolução de conflitos. *Eng. Sanit. Amb.*, 27(3), 533–540.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



20. SULTANA, F.; LOFTUS, A. (2020). The right to water in a global context: Challenges and transformations in water politics. In *Water Politics* (pp. 1-14, ch. 1). Routledge.
21. TEIXEIRA, T.; VEIGA, K.; JULIEN, D.; PAVAN, F. (2023). The cost of freshwater charging in Brazil: suppliers' main alternatives. *Sustain. Water Resour. Manag.* doi:10.1007/s40899-023-00908-0.
22. TINOCO, C., JULIO, N., MEIRELLES, B., PINEDA, R., FIGUEROA, R., URRUTIA, R., & PARRA, Ó. (2022). Water Resources Management in Mexico, Chile and Brazil: Comparative Analysis of Their Progress on SDG 6.5.1 and the Role of Governance. *Sustainability*, 14(10), 5814. <https://doi.org/10.3390/su14105814>.