AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA CAPACIDADE ADAPTATIVA ÀS SECAS EM METRÓPOLES BRASILEIRAS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Laís Lima Ambrosio [1]; Bruno Peregrina Puga [2]; Conceição de Maria Albuquerque Alves [3]; Carlos de Oliveira Galvão [4]; Maycon Breno Macena da Silva [5]; Márcia Maria Rios Ribeiro [6]; Eduardo Mario Mendiondo [7]; Dirceu Silveira Reis Junior [8]; & Rosa Maria Formiga Johnsson [9];

Palavras-Chave – Matriz Analítica, Estratégias Adaptativas, Dimensões da Capacidade Adaptativa.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm intensificado a ocorrência de secas e escassez hídrica, ampliando a necessidade de fortalecer a capacidade adaptativa dos sistemas socioecológicos de bacias hidrográficas. Abordagens tradicionais, fundamentadas na previsibilidade hidrológica, têm se mostrado insuficientes diante da crescente incerteza climática (Lisonbee *et al*., 2024), reforçando a necessidade de estratégias adaptativas capazes de integrar dimensões ambientais, sociais e institucionais (Brugnach *et al*., 2008; Pahl-Wostl, 2009).

A capacidade adaptativa, compreendida como um processo multidimensional construído ao longo do tempo, permite que sistemas socioecológicos antecipem, aprendam e se reorganizem diante de eventos extremos, evoluindo de ações de enfrentamento para mudanças incrementais e transformativas (Dilling *et al*., 2023). Entretanto, sua operacionalização na gestão de recursos hídricos ainda representa um desafio.

Esse desafio é ainda mais relevante nas metrópoles brasileiras, onde a elevada demanda por água, associada às interações entre bacias hidrográficas e aos múltiplos usos da água e do solo, aumenta a complexidade da governança e da adaptação às secas. Este artigo propõe uma matriz analítica para avaliar qualitativamente a capacidade adaptativa de sistemas socioecológicos frente às secas e à escassez hídrica, tomando como unidade de análise as interações entre metrópoles e seus mananciais de abastecimento. A matriz busca compreender se e como as crises hídricas contribuem para a construção da capacidade adaptativa.

METODOLOGIA

A pesquisa consistiu no desenvolvimento e refinamento de uma matriz analítica para avaliação qualitativa da capacidade adaptativa de sistemas socioecológicos frente às secas e à escassez hídrica. A matriz foi construída a partir do quadro analítico desenvolvido por Ambrosio (2025), concebido para compreender a capacidade adaptativa de órgãos gestores e usuários da água, organizados em múltiplos níveis de governança, em sistemas socioecológicos (SSE) de bacias hidrográficas (Figura 1). O quadro analítico foi refinado para ampliar sua aplicabilidade às metrópoles brasileiras e aos seus sistemas de abastecimento. O principal aperfeiçoamento consistiu na estruturação da matriz a partir

[1]) UERJ, laislambrosio@gmail.com
[2]) UNIFESP, bppuga@gmail.com
[3]) UNB, calves@unb.br
[4]) UFCG, carlos.o.galvao@gmail.com
[5]) UFCG, sbrenomacena@gmail.com
[6]) UFCG, mm-ribeiro@uol.com.br
[7]) USP, e.mario.mendiondo@gmail.com
[8]) UNB, dirceureis@gmail.com
[9]) UERJ, rosa.formiga@eng.uerj.br

do cruzamento entre as cinco dimensões da capacidade adaptativa (aprendizado, flexibilidade, participação e colaboração, liderança e poder e recursos) e os três tipos de estratégias adaptativas (ações de enfrentamento, medidas incrementais e medidas transformativas).

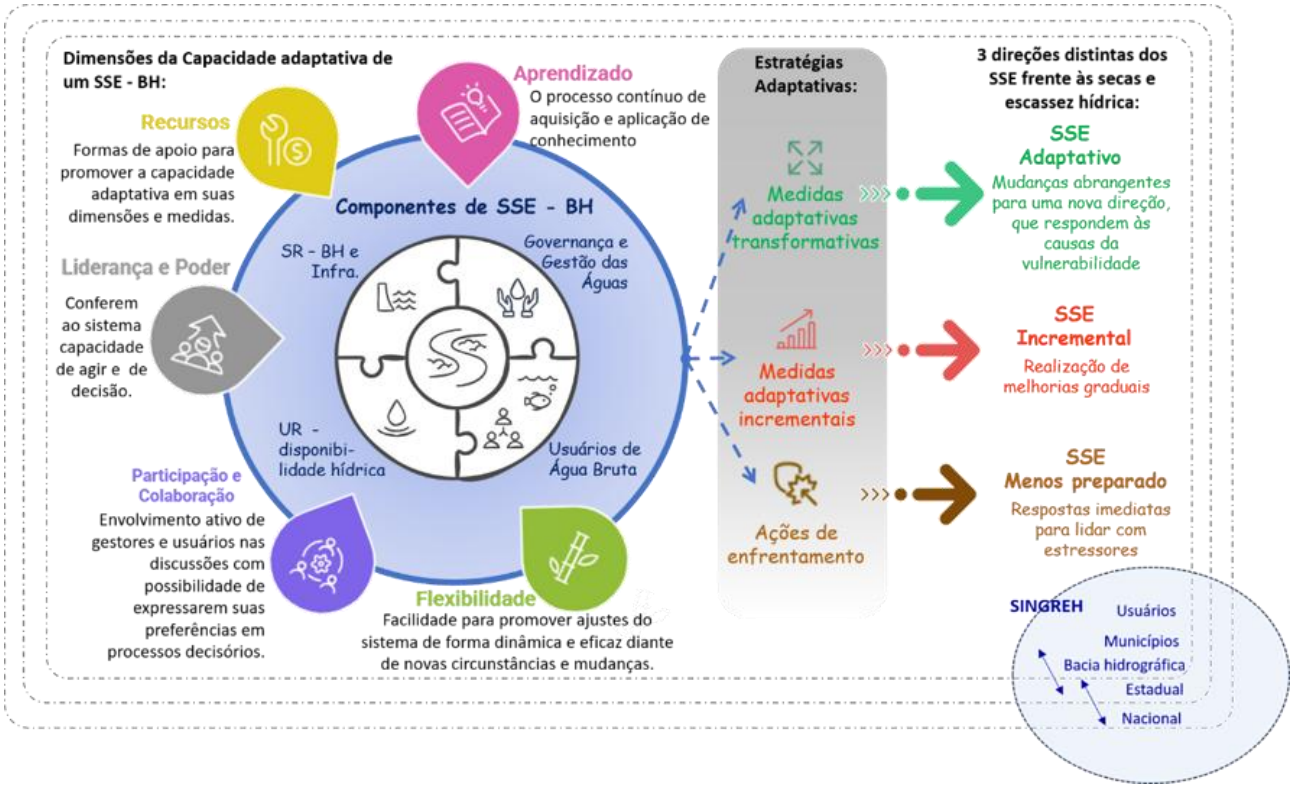


Figura 1. Quadro analítico da capacidade adaptativa às secas e a escassez hídrica. Fonte: Ambrosio (2025).

Cada dimensão foi desdobrada em componentes analíticos, questões orientadoras e categorias de resposta, permitindo interpretar qualitativamente as trajetórias adaptativas dos sistemas socioecológicos. Os componentes analíticos e as questões orientadoras foram elaborados e refinados de forma iterativa, sendo a matriz submetida à revisão e refinamento por meio de discussões e consenso com participantes do INCT ONSEAdapta.

A matriz foi concebida para apoiar a análise qualitativa de evidências documentais referentes às ações e medidas implementadas antes, durante e após crises hídricas, possibilitando a identificação das trajetórias adaptativas dos sistemas socioecológicos.

RESULTADOS

O principal resultado foi a própria matriz analítica para avaliação qualitativa da capacidade adaptativa de sistemas socioecológicos frente às secas e à escassez hídrica. A matriz operacionaliza o conceito de capacidade adaptativa ao integrar, em um único instrumento analítico, as cinco dimensões da capacidade adaptativa e os três tipos de estratégias adaptativas (Figura 2). Um exemplo de questão norteadora e de componente analítico é apresentado na Figura 3. Essa estratégia reduz a subjetividade das análises qualitativas e possibilita interpretar suas trajetórias adaptativas.

O elemento central da matriz é o cruzamento entre as cinco dimensões da capacidade adaptativa (aprendizado, flexibilidade, participação e colaboração, liderança e poder e recursos) e os três tipos de estratégias adaptativas (ações de enfrentamento, medidas incrementais e medidas transformativas). A hipótese analítica é que o tipo de estratégia implementada reflete o grau e a forma de mobilização

das dimensões da capacidade adaptativa. As estratégias adaptativas abrangem respostas reativas e temporárias (ações de enfrentamento), ajustes graduais que preservam a estrutura da gestão (medidas incrementais) e mudanças estruturais na governança, gestão e infraestrutura (medidas transformativas) (Fedele *et al*., 2015; Dilling *et al*., 2023).

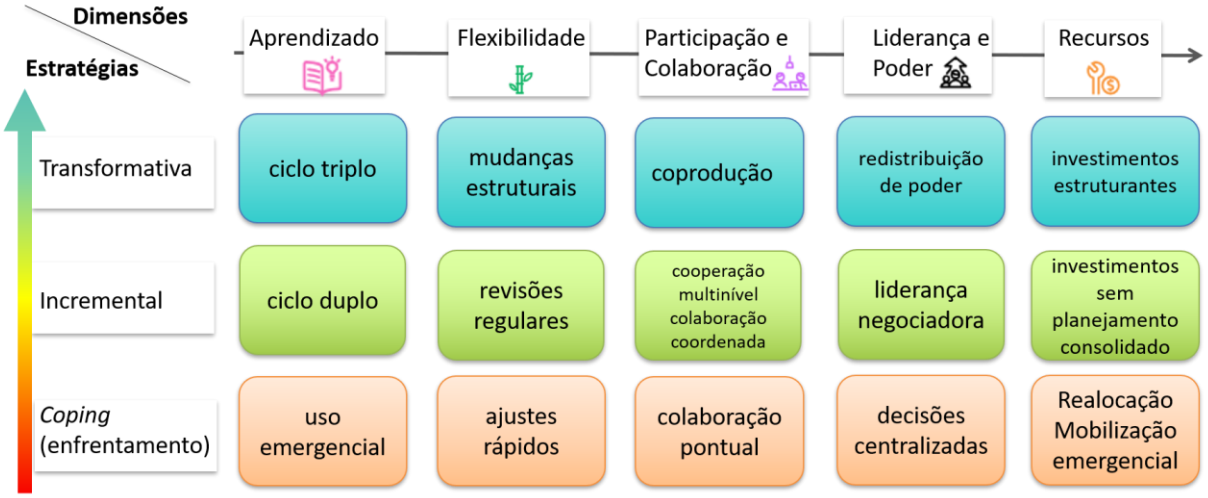


Figura 2. Matriz analítica da capacidade adaptativa (simplificada). Fonte: autoria própria.

Dimensão: **Aprendizado**	**Produzir e aplicar novos conhecimentos às estratégias adaptativas.**		
Componentes	**Questões**	**Valores**	**Categoria**
1. Produção e uso de informações técnico-científicas	1.1 O sistema dispunha (ou passou a dispor, em decorrência da crise) de informações técnico-científicas estruturadas e institucionalmente acessíveis para subsidiar decisões estratégicas sobre secas e escassez hídrica?	1 – Não existiam informações estruturadas antes da crise.	Enfrentamento
		2 – Existiam ou foram produzidas, mas sem integração de informações entre as instituições envolvidas.	Enfrentamento
		3 – Foram produzidas e integradas como base para decisões coletivas em momentos de crise (iminente ou instalada).	Incremental
		4 – Orientam planejamento estratégico e / ou preparação para secas futuras.	Transformativa

Figura 3. Exemplo de trecho da matriz analítica da capacidade adaptativa. Fonte: autoria própria.

A metodologia ainda incorpora a dimensão temporal à análise, permitindo interpretar a adaptação como um processo dinâmico de construção da capacidade adaptativa. A matriz possibilita identificar trajetórias adaptativas em um *continuum* teórico composto por três perfis: sistemas reativos, que mobilizam predominantemente ações de enfrentamento; sistemas incrementais, que combinam ações de enfrentamento e medidas incrementais para reduzir vulnerabilidades; e sistemas adaptativos, que incorporam as incertezas climáticas e socioeconômicas à gestão e mobilizam, de forma integrada, as dimensões da capacidade adaptativa para promover mudanças duradouras e fortalecer a oferta de água limpa (Pahl-Wostl, 2009; Gupta *et al.,* 2010; Dilling *et al*., 2023).

CONCLUSÕES

- A matriz analítica desenvolvida operacionaliza o conceito de capacidade adaptativa ao integrar, em um único instrumento, as dimensões da capacidade adaptativa e as estratégias adaptativas, ampliando e refinando o quadro analítico proposto por Ambrosio (2025).
- A estrutura da matriz, baseada em componentes analíticos, questões orientadoras e categorias de resposta, reduz a subjetividade das análises qualitativas e permite identificar trajetórias adaptativas reativas, incrementais e adaptativas.
- A abordagem multidimensional, multinível e temporal amplia a capacidade de interpretar a adaptação como um processo dinâmico, sujeito a avanços, retrocessos e mudanças de direção, fortalecendo a análise da governança da água em sistemas socioecológicos.
- A aplicação da matriz depende da disponibilidade e da qualidade das informações, além de apresentar limitações na avaliação de estratégias propostas, mas não implementadas.
- A flexibilidade conceitual da matriz favorece sua adaptação e aperfeiçoamento em diferentes sistemas socioecológicos e contextos de governança, constituindo uma ferramenta heurística para estudos sobre adaptação às secas e à escassez hídrica.

REFERÊNCIAS

AMBROSIO, L. L. *"Capacidade adaptativa da Bacia do Rio Paraíba do Sul face às secas e à escassez hídrica"*. (2025). 270 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente - Multidisciplinar) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

BRUGNACH, M., DEWULF, A., PAHL-WOSTL, C., & TAILLIEU, T. (2008). "*Toward a relational concept of uncertainty: About knowing too little, knowing too differently, and accepting not to know"*. Ecology and Society, 13(2). https://doi.org/10.5751/ES-02616-130230

DILLING, L., DALY, M. E., TRAVIS, W. R., RAY, A. J., & WILHELMI, O. v. (2023). "*The role of adaptive capacity in incremental and transformative adaptation in three large U.S. Urban water systems*". Global Environmental Change, 79. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102649

FEDELE, G. et al. (2019) "*Transformative adaptation to climate change for sustainable social-ecological systems*". Environmental Science and Policy, v. 101, n. July, p. 116–125, 2019.

GUPTA, J., TERMEER, K., KLOSTERMANN, J., MEIJERINK, S., & DEN, M. VAN. (2010). "*The adaptive capacity wheel: A method to assess the inherent characteristics of institutions to enable the adaptive capacity of society"*. Environmental Science and Policy, 13(6), 459–471. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.05.006

LISONBEE, J., NIELSEN-GAMMON, J., TREWIN, B., FOLLINGSTAD, G., & PARKER, B. (2024). "*Drought assessment in a changing climate: A review of climate normals for drought indices*." Journal of Applied and Service Climatology, 2024(001), 1–17. https://doi.org/10.46275/joasc.2024.05.001

PAHL-WOSTL, C. (2009). "*A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes"*. Global Environmental Change, *19*(3), 354–365. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Processo 316873/2023-3 e ao INCT ONSEAdapta (Processo CNPq 406919/2022-4). Os autores agradecem ao ONSEAdapta por proporcionar um ambiente colaborativo de pesquisa.