

ÁREAS ÚMIDAS BRASILEIRAS AMEAÇADAS PELAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Pedro Torres Miranda¹; Rodrigo Cauduro Dias de Paiva¹ & Walter Collischonn¹

Palavras-Chave – secas hidrológicas, áreas úmidas, mudanças climáticas.

INTRODUÇÃO

Áreas úmidas possuem importantes serviços ecossistêmicos e socioeconômicos, a níveis local e continental, como abrigo de biodiversidade, transporte hidroviário e fluxos de água e carbono. A redução de vazões prejudica dinâmicas importantes na manutenção desses sistemas, e ainda podem ter seu impacto intensificado por pressões impostas por outras demandas de água (e.g. irrigação e geração de energia).

Secas causam diversos impactos socioeconômicos e ambientais globalmente. Nas últimas décadas, o Brasil tem se mostrado um *hotspot* de intensificação de secas. Esse comportamento é observado na maior parte do território nacional, com exceção da região sul e do norte da Amazônia, e é influenciado majoritariamente por fatores climáticos, mas também por usos d'água (Chagas et al., 2022). Dentre os locais que apresentam essa tendência, constam as principais áreas úmidas brasileiras (Pantanal e várzeas da Amazônia).

Esses locais têm vivenciado secas severas com frequência na última década. Em 2023, foi registrada a maior seca da região Amazônica, com mortandade de botos e interrupção de navegação (Costa e Marengo, 2023). O Pantanal passa por uma seca severa desde 2019, com aumento nos focos de incêndio e antecipação da estação de estiagem, afetando significativamente a biota local (Marengo et al., 2021).

Projeções climáticas referentes a secas mostram um agravamento dos eventos tanto em termos meteorológicos (Alves et al., 2023) quanto hidrológicos (Miranda et al., 2023) para grande parte do Brasil. As regiões afetadas recentemente coincidem com os pontos de maior impacto devido às mudanças climáticas (Alves et al., 2023; Miranda et al., 2023; Paiva et al., 2024), evidenciando a urgência de considerar mudanças climáticas para o planejamento da gestão de recursos hídricos no enfrentamento às secas. O presente trabalho reúne projeções futuras de secas hidrológicas no Pantanal e na Amazônia.

METODOLOGIA

A análise utilizou a base de dados descrita em Miranda et al. (2023; 2024), elaborada no contexto do projeto *Cooperação em tecnologias para análises hidrológicas em escala nacional - CLIMA: Impactos de Mudanças Climáticas em Extremos de Vazão (Cheias e Estiagens)* (Paiva et al., 2024), parceria entre o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH-UFRGS) e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Os autores realizaram projeções de mudança nas secas hidrológicas devido às mudanças climáticas a partir de dados do *Coupled Model Intercomparison Project* (CMIP6). A avaliação foi feita a partir de 28 modelos climáticos sob um cenário intermediário de alteração (SSP2-4.5) e da simulação hidrológica pelo modelo hidrológico MGB-SA para a avaliação

1) Instituto de Pesquisas Hidráulicas; *pedrotorresm121@gmail.com

focada nos rios da América do Sul. As alterações são referentes ao período histórico de 1951-2014 e ao período futuro de 2016-2100.

A caracterização das secas foi baseada na vazão mínima de referência Q_{95} e foi avaliada sob três aspectos: alteração média de Q_{95} , alteração da duração do período seco (dias consecutivos com vazão diária abaixo da Q_{95} do período histórico) e detecção de alteração significativa (janela de 30 anos em que é observado um regime de vazões mínimas $\geq 50\%$ diferente do regime histórico).

RESULTADOS

Tanto a Amazônia quanto o Pantanal terão intensificação de secas hidrológicas no futuro (Figura 1). Em ambas as regiões, a redução média da vazão mínima projetada é de 30 – 50 %, com locais podendo apresentar alterações ainda maiores. A duração dos eventos também será consideravelmente maior, principalmente na Amazônia, que apresenta 50 dias consecutivos de período seco no final do período de referência, e passa a ter 150 dias no futuro. No rio Paraguai (Pantanal) as projeções mostram um aumento na duração da seca, mas com uma banda de incerteza maior.

Nas duas regiões foi detectada uma alteração significativa do regime de Q_{95} (observado nos gráficos de densidade de probabilidade e no painel direito da Figura 1). Essa mudança poderá ocorrer já nas próximas duas décadas. Na porção sul da Amazônia, as projeções para 2020-2050 já indicam essa alteração significativa, bem pronunciada no rio Xingu, por exemplo. Mas mesmo no rio principal (rio Amazonas) essa alteração poderá ser observada entre 2040-2070. No Pantanal, o rio Paraguai não apresenta projeções de alteração significativa sob o limiar adotado (50%), mas tributários nas áreas inundáveis poderão vivenciar um regime de vazões mínimas mais secas já entre 2020-2050.

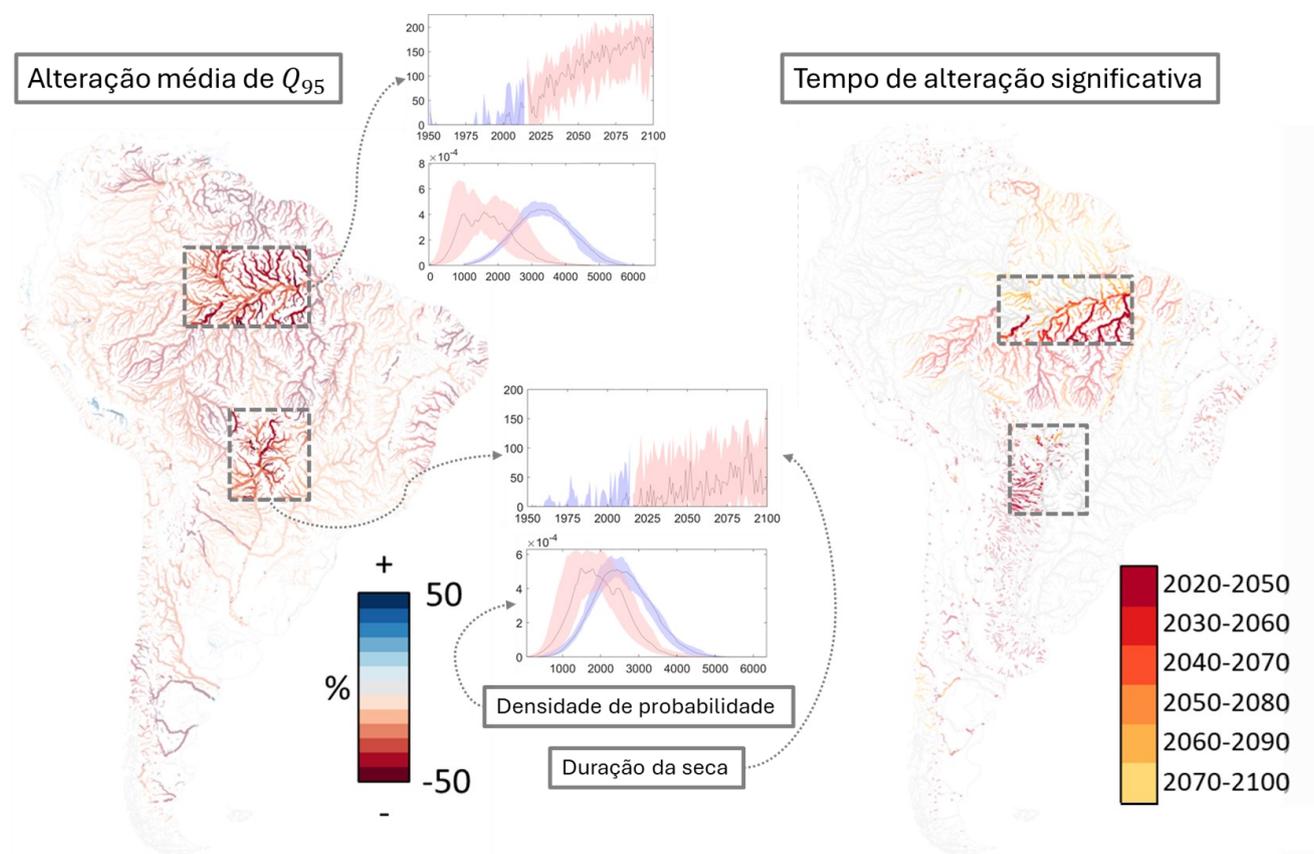


Figura 1. Resultados de alteração média de Q_{95} (painel esquerdo), duração do período seco (série temporal), alteração do regime de vazões mínimas (gráficos de densidade de probabilidade) e detecção de alteração significativa (painel direito). Nos gráficos, a cor azul (vermelha) indica dados do período histórico (futuro), as linhas sólidas são a alteração mediana dentre os 28 modelos

climáticos, e as bandas são os percentis 25% e 75%. As janelas destacadas nos mapas correspondem à região Amazônica e ao Pantanal.

CONCLUSÕES

O trabalho ressalta a concordância entre eventos extremos recentes de seca e as projeções de mudanças climáticas para as próximas décadas nas grandes áreas úmidas do Brasil. Esses locais apresentaram condições extremas e até sem precedentes nos últimos anos, e pode-se esperar que isso ocorra com mais frequência em um futuro próximo. A detecção de alteração no regime de vazões mínimas indica que até 2050 essas regiões já vão obedecer a regimes significativamente mais secos. Essas evidências sugerem que os eventos de agora podem ser uma manifestação de mudanças climáticas, para além da variabilidade natural.

REFERÊNCIAS

ALVES, W., PAIVA, R. C. D., COLLISCHONN, W., ROSSI, J., MIRANDA, P. T., KOLLING, A., MATTE, G., PETRY, I., FAGUNDES, H.O., CASTRO, L., ARAUJO, A. A. & SOUZA, S. A. (2023). *Projeções de mudanças climáticas indicam aumento na duração de períodos secos na América do Sul*. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (25.: 2023: Aracaju). Anais [recurso eletrônico]. Porto Alegre: ABRHidro, 2023.

CHAGAS, V. B. P., CHAFFE, P. L. B., & BLÖSCHL, G. (2022). *Climate and land management accelerate the Brazilian water cycle*. Nature Communications 2022 13:1, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-32580-x>

COSTA, F.; MARENGO, J. (2023). *Statement on the 2023 Amazon Drought - The Amazon We Want*. The Amazon We Want. https://www.theamazonwewant.org/spa_publication/statement-on-the-2023-amazon-drought/

MARENGO, J. A., CUNHA, A. P., CUARTAS, L. A., DEUSDARÁ LEAL, K. R., BROEDEL, E., SELUCHI, M. E., MICHELIN, C. M., DE PRAGA BAIÃO, C. F., CHUCHÓN ÂNGULO, E., ALMEIDA, E. K., KAZMIERCZAK, M. L., MATEUS, N. P. A., SILVA, R. C., & BENDER, F. (2021). *Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, Causes, and Impacts*. Frontiers in Water, 3. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>

MIRANDA, P. T., PAIVA, R. C. D., COLLISCHONN, W., FAGUNDES, H.O., RIBEIRO, L. C., ROSSI, J., KOLLING, A., FERNANDEZ, G. M. R, PETRY, I., ALVES, W., ARAUJO, A. A. & SOUZA, S. A. (2023). *Secas na América do Sul: impactos de mudanças climáticas nas próximas décadas*. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (25.: 2023: Aracaju). Anais [recurso eletrônico]. Porto Alegre: ABRHidro, 2023.

MIRANDA, P. T., PETRY, I., ALVES, W. R. G., MATTE, G., PAIVA, R. C. D., COLLISCHONN, W. (2024). *Cooperação em tecnologias para análises hidrológicas em escala nacional. CLIMA: Impactos de Mudanças Climáticas em Extremos de Vazão (Cheias e Estiagens) – Manual de Base de Dados*. IPH-ANA-HGE-CLIMA-A3. UFRGS: IPH, [Porto Alegre]. ANA, [Brasília].

PAIVA, R. C. D., COLLISCHONN, W., MIRANDA, P. T., FAGUNDES, H.O., W., KOLLING, A., CASTRO, L., ROSSI, J., MATTE, G., LAIPELT, L., ALVES, W, PETRY, I. (2024). *Cooperação em tecnologias para análises hidrológicas em escala nacional. CLIMA: Impactos de Mudanças Climáticas em Extremos de Vazão (Cheias e Estiagens) – Relatório Final*. IPH-ANA-HGE-CLIMA-A3. UFRGS: IPH, [Porto Alegre]. ANA, [Brasília].

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) pelo financiamento do projeto *Cooperação em tecnologias para análises hidrológicas em escala nacional*, no qual os resultados apresentados foram desenvolvidos. O primeiro autor agradece também à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.