

## **ANÁLISE HIDROCLIMÁTICA DAS VARIAÇÕES METEOROLÓGICAS REGIONAIS E A EXPANSÃO DA IRRIGAÇÃO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS, BRASIL**

**MARINALDO LOURES FERREIRA<sup>1</sup>, GISLAINE PACHECO TORMEN<sup>2</sup>, ANDRÉ MEDEIROS DE ANDRADE<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Doutorando em Produção Vegetal, Instituto de Ciências Agrárias, UFVJM, Unai - MG, marinaldo.loures@ufvjm.edu.br

<sup>2</sup> Doutora em Produção Vegetal, IFMG, Bambuí - MG.

<sup>3</sup> Prof. Doutor em Sens. remoto, Instituto de Ciências Agrárias, UFVJM, Unai - MG.

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** O Noroeste de Minas Gerais (NMG) é uma região significativa na produção de grãos no Brasil. A irrigação por pivô central na região aumentou em 84% entre 2010 e 2020, e registros de conflitos relacionados ao uso da água ocorrem desde 2000. Este estudo realizou uma análise hidroclimática dos recursos hídricos no NMG, utilizando dados orbitais e de campo relacionados a 567 pivôs, considerando a expansão da área irrigada na região ao longo dos anos, o regime de chuvas e o fluxo dos rios. Os resultados, demonstram uma diminuição significativa na precipitação e uma redução no fluxo dos rios em todas as sub-bacias analisadas. Ademais, o estudo mostra que os conflitos pelo uso da água no NMG, especialmente nas sub-bacias onde as demandas para irrigação já ultrapassam as vazões permissíveis para outorga, podem se intensificar, ressaltando a necessidade de implementar uma gestão sustentável e atualizada do uso da água na região do NMG. A implementação de políticas eficazes, a defesa do uso eficiente da água na agricultura e a promoção da colaboração entre diversos setores são vitais para enfrentar os desafios atuais e futuros.

**PALAVRAS-CHAVE:** recursos hídricos, geoprocessamento, conflitos hídricos

## **HYDROCLIMATIC ANALYSIS OF REGIONAL METEOROLOGICAL VARIATIONS AND THE EXPANSION OF IRRIGATION IN THE NORTHWEST OF MINAS GERAIS, BRAZIL**

**ABSTRACT:** The Northwest of Minas Gerais (NMG) is a significant region in grain production in Brazil. Center pivot irrigation in the region increased by 84% between 2010 and 2020, and records of conflicts related to water use have occurred since 2000. This study carried out a hydroclimatic analysis of water resources in the NMG, using orbital and field data related to 567 pivots, considering the expansion of the irrigated area in the region over the years, the rainfall regime, and the flow of rivers. The results demonstrate a significant decrease in precipitation and a reduction in river flow in all sub-basins analyzed. Furthermore, the study shows that conflicts over water use in the NMG, especially in sub-basins where irrigation demands already exceed the allowable flow rates for granted, may intensify, highlighting the need to implement sustainable and updated water use management. Water in the NMG region. Implementing effective policies, advocating for efficient water use in agriculture, and promoting collaboration between different sectors are vital to facing current and future challenges.

**KEYWORDS:** water resources, geoprocessing, water conflicts

**INTRODUÇÃO:** O aumento global no uso da água representa um sério desafio para a sociedade, destacando-se a iminente crise hídrica (WEF, 2021). O *Pacific Institute* (2022) estima um aumento significativo de 40,7% nos conflitos globais relacionados à água em 2021 em comparação com 2017, destacando a urgência do problema. Neste contexto, este estudo concentra-se na região do Noroeste de Minas Gerais (NMG) (Figura 1), onde as mudanças climáticas e a expansão da irrigação agravam os conflitos relacionados ao uso da água. A rápida adoção da irrigação na região, com um crescimento de aproximadamente 84% de 2010 a 2020 (MAPBIOMAS, 2023), intensifica as disputas durante a estação seca, causando conflitos persistentes entre produtores rurais e comunidades ribeirinhas (IGAM, 2023).

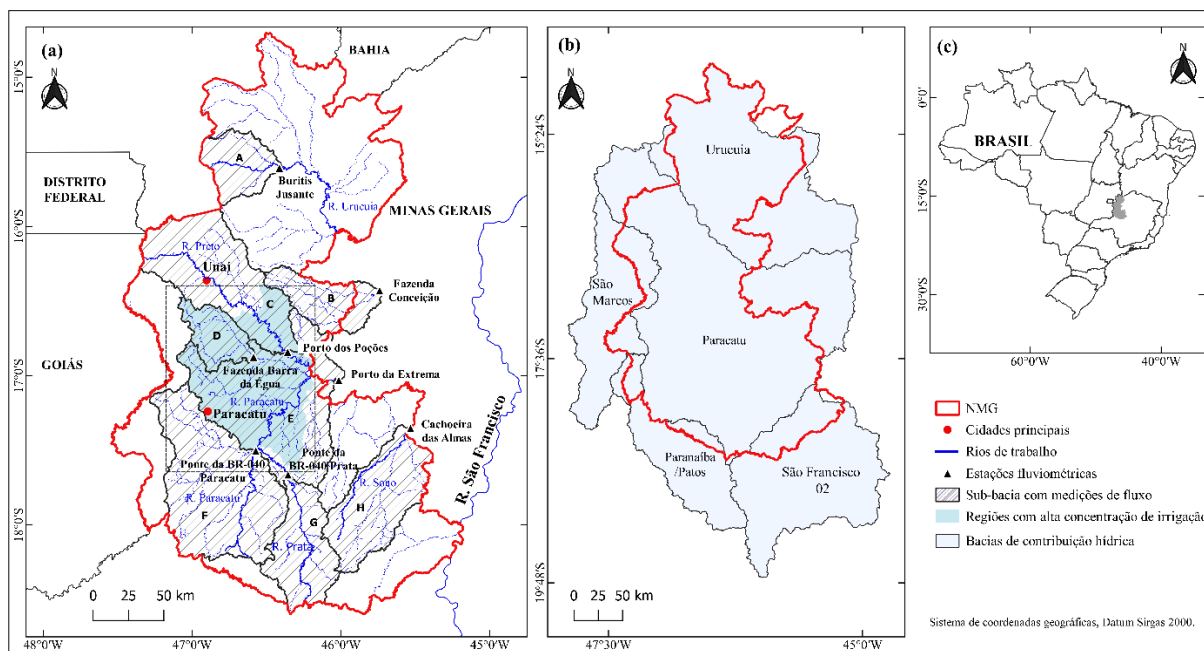


FIGURA 1. (a) Localização do NMG mostrando as sub-bacias com medições de fluxo analisadas (áreas hachuradas A - H). (b) Área de estudo com as cinco bacias fluviais contribuintes. (c) Localização da área de pesquisa no Brasil.

Para abordar essa problemática, o estudo tem como objetivo utilizar dados orbitais e de campo para realizar uma análise hidroclimática nos recursos hídricos no NMG. Esta análise considera o crescimento da irrigação ao longo do tempo, padrões de precipitação, fluxos de rios e extração de água dos fluxos dos rios. Reconhece-se a importância do monitoramento hidroclimático para garantir a segurança hídrica, sendo essencial adotar abordagens inovadoras, como análises espaciais com dados orbitais, para uma gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos na região (VERVOORT et al., 2022).

**MATERIAL E MÉTODOS:** A metodologia deste estudo analisou a oferta de água para o NMG, e envolveu a análise de precipitação através do produto CHIRPS de 1982 a 2022 e as séries temporais de vazão de 1978 a 2015 com base em dados da ANA. Foram aplicados testes estatísticos, como Mann-Kendall e Theil-Sen, para detectar tendências e mudanças nas séries temporais, além do teste de Pettitt para identificar pontos de mudança na série. No cenário de uso da água, a demanda de consumo para irrigação foi calculada utilizando dados de pivôs do MapBiomas, dados de evapotranspiração (produto MOD16A2), dados de precipitação (produto CHIRPS) e dados referentes a 567 pivôs coletados em campo. Assim, foram adotados dois possíveis cenários de irrigação para o NMG, a fim de analisar a situação das vazões em relação à retirada pelos pivôs e possíveis conflitos hídricos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A precipitação nas bacias contribuintes do NMG, apresentou tendência decrescente com os testes de MK, com a inclinação variando de  $-4,09$  a  $-1,74 \text{ mm ano}^{-1}$ . Os resultados do teste de Pettitt mostram a ocorrência de ponto de mudança nos dados da série temporal, sendo o ano 2011 o ponto de mudança comum para as cinco bacias da área de estudo. Com base nessas evidências, as séries temporais de precipitação foram divididas em dois períodos, P1 (1982 a 2011) e P2 (2012 a 2022) e comparados pelo teste t de Student (Tabela 1), considerando os níveis de significância  $\alpha = 0,05$  e  $\alpha = 0,10$ . A bacia do Urucuia foi a que apresentou maior diferença entre a média anual do período P1 e P2, reduzindo de 1187 mm para 1016 mm, representando 14,4%.

TABELA 1. Resultados do teste t de Student para avaliar os períodos P1 e P2 nas cinco bacias e determinar a diferença na média anual de precipitação entre esses dois períodos.

Bacia	(p-Valor)	$\Delta = P1-P2$ (mm)	$\Delta = P1-P2$ (%)
Bacia rio Paranaíba/Patos	0,131	-113,1	-7,8
Bacia rio São Marcos	0,066**	-131,9	-9,2
Bacia rio São Francisco 02	0,086**	-132,7	-9,7
Bacia rio Urucuia	0,027*	-170,8	-14,4
Bacia rio Paracatu	0,100**	-133,3	-10,0

Nota: \* Significativo ( $\alpha \leq 0,05$ ); \*\* Significativo ( $\alpha \leq 0,10$ ).

A redução da precipitação nessa região está relacionada a variabilidade interanual das chuvas e a períodos de seca. Fatores adicionais que contribuem para a diminuição das chuvas incluem um sistema de alta pressão incomum próximo à costa sudeste do Brasil, inibindo a precipitação (FREITAS et al., 2022). Em relação às vazões fluviais, foi observada a redução anual no teste de Mann-Kendall, com inclinações variando de  $-7,5$  a  $-2,45 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , sendo mais significativa nas estações mais ao norte (Figura 1). Paredes-Trejo et al. (2021) demonstraram que as condições de seca pioraram na região em termos de cobertura espacial, duração e severidade entre 1980 e 2015. Outro estudo importante é o de Lucas et al. (2021), que sugere que as reduções significativas no fluxo dos rios nesta região se devem principalmente à diminuição nas contribuições de águas subterrâneas para o fluxo dos rios, ou seja, o fluxo de base. Para avaliar os efeitos da captação de água para irrigação, selecionamos oito sub-bacias que possuem entre 0,7% e 6,9% da área irrigada. Adotamos dois cenários para a região de estudo, um considerando que os irrigantes plantam safras durante todo o ano, usando como parâmetro os dados de campo referente a 567 pivôs e dados climatológicos, chegando a uma demanda em média  $7 \text{ mm dia}^{-1}$  ( $210 \text{ mm mês}^{-1}$ ), e considerando um coeficiente de cultura médio  $K_c = 0,9$ . O outro cenário, considera que um terço dos produtores da região, fazem apenas duas safras no ano, e evitam irrigar nos meses mais secos. A captação de água para irrigação foi estimada multiplicando a área irrigada pela taxa de aplicação de água nos dois cenários de manejo da irrigação ( $A_I \times 210 \text{ mm mês}^{-1}$  e  $2/3A_I \times 210 \text{ mm mês}^{-1}$ ). A evolução da  $Q_I$  de 1990 a 2015 é mostrada na Figura 2, que apresenta a linha vermelha tracejada representando 70% da  $Q_{95}$  de longo prazo que poderia ser concedida para captação, considerando usos diversos. Observa-se situação de conflito de uso da água nas sub-bacias B, C, D, E e F, considerando o cenário mais intensivo, com todos os pivôs ativos. Os resultados indicam também, que as sub-bacias B, D e F, apresentam demandas para irrigação maiores que a vazão permissível, considerando um cenário de irrigação mais conservador.

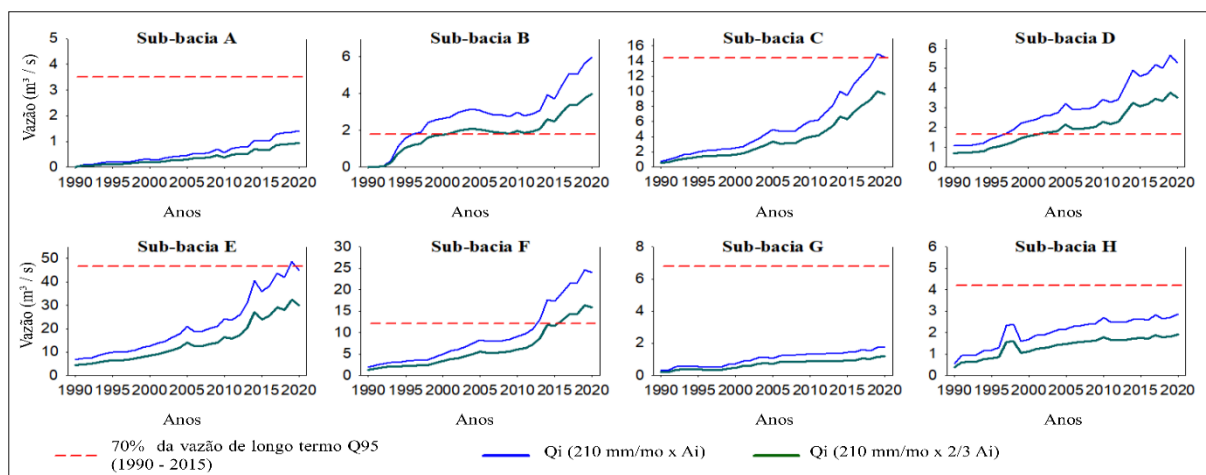


FIGURA 2. Cenários de captação de vazão para irrigação.

As bacias B e D mostram que desde 1996, possíveis conflitos hídricos podem ter ocorrido no cenário mais intensivo. No entanto, dados do IGAM indicam que a região nas bacias B e D foi oficialmente declarada como área de conflito em 2006, enquanto a área na bacia F foi declarada como área de conflito em 2018 (IGAM, 2023).

**CONCLUSÕES:** Com base nos resultados e nos dados do IGAM, os conflitos pelo uso da água no NMG é uma realidade e podem se intensificar. A gestão mediante dados atualizados, podem mitigar os conflitos no uso da água e garantir a segurança hídrica para os irrigantes e para as diversas atividades econômicas e sociais da região.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à iCrop, à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e ao financiador do projeto: FAPEMIG (APQ-00241-22).

## REFERÊNCIAS:

- FREITAS, A. A., et al. Drought Assessment in São Francisco River Basin, Brazil: Characterization through SPI and Associated Anomalous Climate Patterns. *Atmosphere*, v.13, n.1, p.41, 2021.
- PACIFIC INSTITUTE. **Water conflict chronology**. Pacific Institute, Oakland, CA, 2022. <https://www.worldwater.org/water-conflict/>. Accessed: 01 jan 2023.
- PAREDES-TREJO, F. et al. Drought Assessment in the São Francisco River Basin Using Satellite-Based and Ground-Based Indices. *Remote Sensing*, v.13, n.19, p.3921, 2021.
- VERVOORT, R. W., et al. Progress in Developing Scale-Able Approaches to Field-Scale Water Accounting Based on Remote Sensing. *Sustainability*, v.14, n.5, p.2732, 2022.
- WORLD ECONOMIC FORUM - WEF. **The Global Risks Report 2021, 16th Edition**. Cologny: Switzerland, 2021. p97.
- LUCAS, M. C. Significant Baseflow Reduction in the Sao Francisco River Basin. *Water*, v.13, n.1, 2021.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Áreas de Conflito Declaradas em Minas Gerais - 2020**. <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br>. Accessed 20 June 2023.
- MAPBIOMAS BRASIL. **MapBiomias Web**. <https://mapbiomas.org/o-projeto>. Accessed: 20 may 2023.