

COMPORTAMENTO SAZONAL E EVOLUÇÃO DAS SECAS EM DIAMANTINA/MG

Lucas da Costa Santos¹
Lucas Santos do Patrocínio Figueiró²
Maurício Santana de Paula³
Julia Eduarda Araujo³
Jefferson Vieira José⁴
Adma Viana Santos⁵

Exploração das mudanças climáticas globais e variações climáticas regionais ao longo do tempo

Resumo

A compreensão das variações sazonais das secas é fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em regiões com alta variabilidade climática. Este estudo analisou o comportamento sazonal das secas em Diamantina, MG, ao longo da série histórica de 1961 a 2022, utilizando o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e o balanço hídrico calculado pelo modelo de Thornthwaite. O SPI foi calculado em escalas de 3, 6 e 12 meses para identificar variações de curto, médio e longo prazo. A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada com base nas temperaturas médias mensais, e o balanço hídrico foi determinado pela diferença entre a precipitação e a ETP, permitindo classificar os meses em secos ou úmidos. A análise revelou uma tendência significativa de redução na severidade das secas em longo prazo, com base no SPI-12, sugerindo uma leve recuperação hídrica na região. No entanto, os SPI-3 e SPI-6 indicaram grande variabilidade interanual, sem tendência clara de curto ou médio prazo. O balanço hídrico climatológico confirmou a ocorrência de uma estação úmida entre outubro e março, e uma estação seca entre abril e setembro. O teste de Mann-Kendall, aplicado para identificar tendências nas estações secas e úmidas, não indicou mudanças significativas na frequência ou duração dessas estações ao longo do tempo. Esses resultados são relevantes para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos em regiões suscetíveis à variabilidade sazonal, como Diamantina.

Palavras-chave: Índice de Precipitação Padronizado; Análise de Tendências; Mudanças Climáticas; Vale do Jequitinhonha.

¹ Prof. Dr. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM – Campus Diamantina, Departamento de Agronomia, lucas.santos@ufvjm.edu.br.

² Mestrando. dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM – Campus Diamantina, Departamento de Agronomia, lucas.figueiro@ufvjm.edu.br.

³ Graduandos. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM – Campus Diamantina, Departamento de Agronomia. mauricio.santana@ufvjm.edu.br; julia.eduarda@ufvjm.edu.br.

⁴ Prof. Dr. Universidade Federal do Acre - UFAC – Centro Multidisciplinar do Campus Floresta, jefferson.jose@ufac.br.

⁵ Pós-Doutoranda. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM – Campus Diamantina, Departamento de Agronomia, adma.viana@ufvjm.edu.br.

INTRODUÇÃO

A análise das condições climáticas de uma região é fundamental para a compreensão das dinâmicas ambientais e sua influência sobre atividades humanas e ecossistemas. Em áreas agrícolas e urbanas, especialmente em regiões com grande variação pluviométrica, a identificação de períodos de seca e chuva é essencial para a gestão dos recursos hídricos e planejamento de estratégias de mitigação de impactos (Srivastav *et al.*, 2021). No contexto brasileiro, Minas Gerais destaca-se como uma das principais regiões agrícolas do país, e, nesse cenário, o município de Diamantina, localizado no norte do estado, apresenta particular interesse, por sediar o Primeiro Sistema Importante do Patrimônio Agrícola Mundial do Brasil (Campos Teixeira e Carvalho Ribeiro, 2020).

Estudos climáticos em Diamantina são relevantes, pois a região está sujeita a flutuações sazonais de precipitação, com períodos bem definidos de seca e chuva (Santos *et al.*, 2024). Compreender as tendências de secas prolongadas ou alterações no regime hídrico ao longo do tempo é de grande importância, uma vez que essas variações impactam diretamente a agricultura, os recursos hídricos e a resiliência dos ecossistemas locais (Santos *et al.*, 2013). Além disso, os efeitos das mudanças climáticas globais têm intensificado a necessidade de monitoramento e previsão de eventos extremos, como secas, que podem se tornar mais frequentes e severas.

O objetivo do estudo foi analisar o comportamento sazonal das secas em Diamantina/MG, utilizando dados históricos de temperatura e precipitação para calcular o déficit hídrico e identificar os períodos secos e úmidos. A pesquisa buscou também identificar possíveis tendências de aumento ou diminuição das secas ao longo do tempo, contribuindo para o entendimento das dinâmicas climáticas locais e para a formulação de políticas de gestão hídrica mais eficazes.

METODOLOGIA

Este estudo baseou-se em uma série histórica de dados meteorológicos de Diamantina, MG, (18,2°S, 43,6°W e altitude de 1300 metros) cobrindo o período de 1961 a 2022. Foram utilizados dados diários de temperatura média do ar (°C) e precipitação (mm), obtidos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que serviram de base para a análise das condições de seca e chuva na região.



A análise foi conduzida em duas etapas principais. Primeiramente, utilizou-se o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) (McKee, Doesken e Kleist, 1993), um método amplamente aceito para monitoramento de secas, para identificar e classificar eventos de seca ao longo do tempo. O SPI foi calculado em escalas temporais de 3, 6 e 12 meses, o que permitiu avaliar tanto variações de curto prazo quanto tendências de longo prazo no regime de precipitação. O SPI é sensível a anomalias de precipitação em relação à média histórica, sendo um índice apropriado para a detecção de secas prolongadas ou episódios de excesso hídrico.

Em paralelo, foi utilizado o modelo de Thornthwaite (Thornthwaite e Mather, 1955) para calcular a evapotranspiração potencial (ETP) mensal, utilizando a temperatura média do ar como variável chave. A ETP foi utilizada para determinar o balanço hídrico mensal, comparando a precipitação mensal com a ETP. Meses com balanço hídrico positivo foram considerados pertencentes à estação úmida, enquanto meses com balanço hídrico negativo foram classificados como pertencentes à estação seca.

Para verificar a existência de tendências significativas nas estações secas e úmidas ao longo da série histórica, foi aplicado o teste de Mann-Kendall (Kendall, 1975; Mann, 1945), um teste estatístico não paramétrico, adequado para a detecção de tendências em séries temporais climatológicas.

Os cálculos de SPI, ETP e balanço hídrico, assim como a aplicação do teste de Mann-Kendall, foram realizados utilizando o software R (R Core Team, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) para Diamantina/MG mostrou a dinâmica da ocorrência de secas e a variação pluviométrica ao longo da série histórica (1961-2022). O SPI-12 (Figura 01C), que avalia tendências de longo prazo, apresentou uma tendência significativa ($p \leq 0,05$) de redução na severidade das secas, indicando uma leve recuperação das condições úmidas ao longo dos anos. Em contrapartida, os SPI-3 e SPI-6 (Figuras 01A e 01B), que capturam variações de curto e médio prazo, mostraram grande variabilidade interanual, sugerindo que a região continua sujeita a flutuações sazonais intensas entre períodos secos e úmidos, sem uma tendência clara ($p \geq 0,05$) nesses intervalos mais curtos.

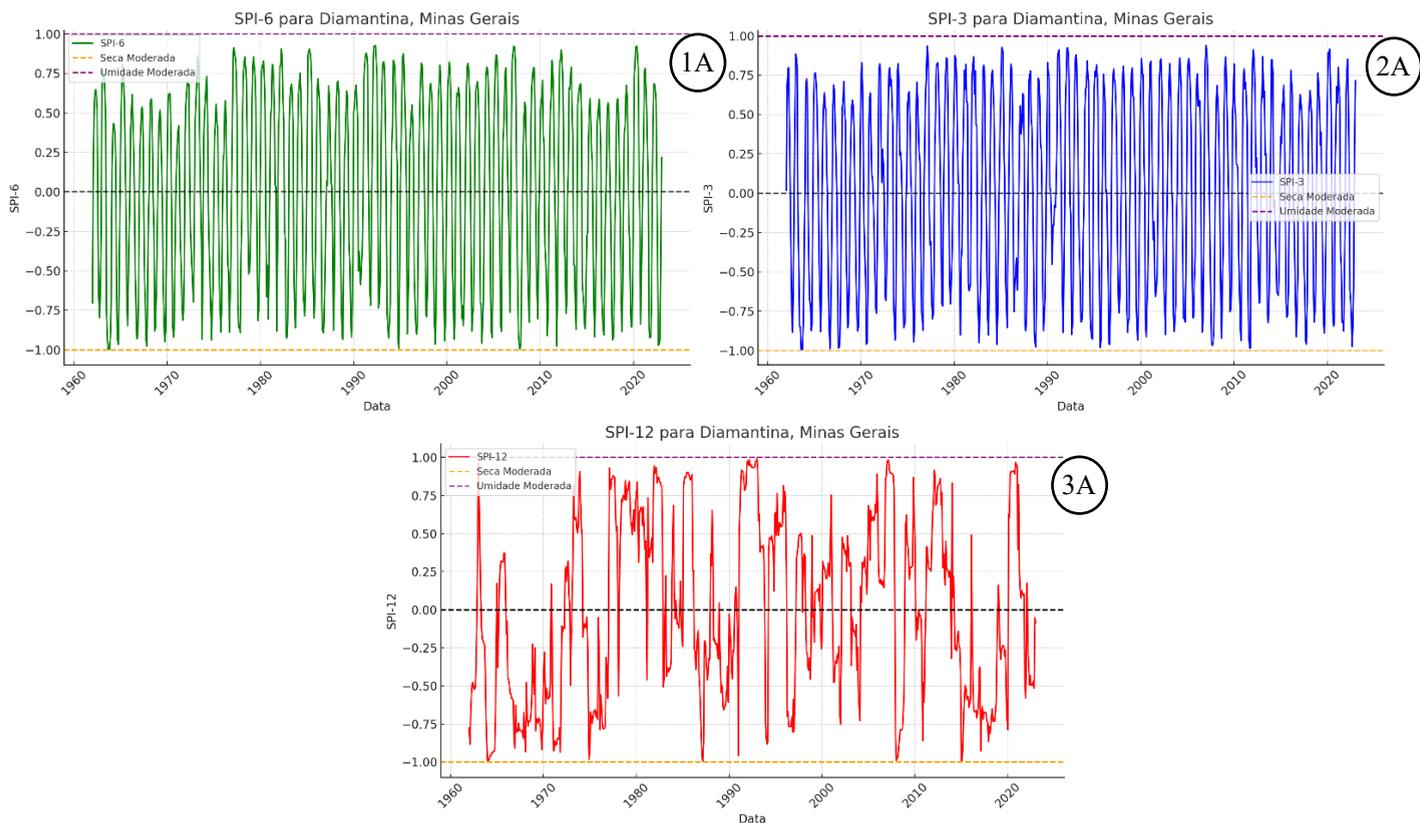


Figura 01: Comportamento do Índice Padronizado de Precipitação de Diamantina/MG, aplicado a série histórica de dados (1961 a 2022), para os períodos de 3 (SPI-3), 6 (SPI-6) e 12 meses (SPI-12).

A partir do cálculo do balanço hídrico mensal com o modelo de Thornthwaite, foi possível identificar claramente os períodos de estação seca e úmida (Figura 02). Em Diamantina/MG, a estação úmida concentra-se nos meses de outubro a março, enquanto a estação seca abrange os meses de abril a setembro. Os resultados do balanço hídrico climatológico mostraram que os meses de maior déficit hídrico são junho, julho e agosto, refletindo um padrão típico das regiões sudeste e centro-oeste do Brasil, onde a precipitação é altamente concentrada no verão.

A aplicação do teste de Mann-Kendall para verificar tendências nas estações secas e úmidas, indicou que não houve mudanças significativas ($p \geq 0,05$) na frequência ou duração dos meses secos e úmidos ao longo do período analisado. Embora o teste tenha mostrado valores de tau próximos de zero para ambos os períodos (úmido = -0,028 e seco = 0,028), sugerindo estabilidade nas estações ao longo do tempo, os resultados corroboram a ideia de que, apesar das flutuações interanuais, o padrão sazonal em Diamantina tem se mantido relativamente constante.

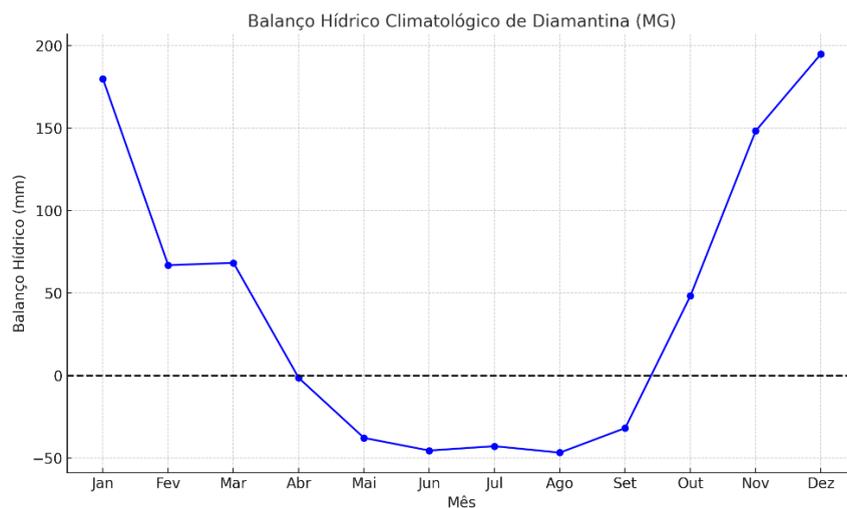


Figura 02: Balanço hídrico climatológico de Diamantina/MG (período de 1961 a 2022).

Esses resultados reforçam a importância de estudos de séries temporais longas para entender a dinâmica climática em regiões sensíveis à variabilidade sazonal. Embora o estudo não tenha identificado tendências claras de intensificação das secas, condição também observada por (Sobral *et al.*, 2019) em estudo realizado no estado do Rio de Janeiro, a presença de períodos de déficit hídrico considerável durante a estação seca destaca a necessidade de planejamento e manejo adequado dos recursos hídricos na região, especialmente em anos com precipitação abaixo da média. Assim, a análise sazonal é essencial para subsidiar políticas de gestão hídrica e mitigação de impactos climáticos.

CONCLUSÕES

O SPI-12 apresentou uma tendência significativa de redução na severidade das secas em Diamantina/MG, indicando uma leve recuperação das condições úmidas em longo prazo.

A análise do balanço hídrico climatológico confirmou a presença de uma estação seca entre abril e setembro, e uma estação úmida entre outubro e março, com os maiores déficits hídricos concentrados nos meses de junho, julho e agosto.

O teste de Mann-Kendall não identificou tendências significativas na duração das estações secas e úmidas, o que indica que o padrão sazonal da região tem se mantido relativamente estável ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS TEIXEIRA, M. L.; CARVALHO RIBEIRO, S. M. Agriculture and sustainable landscapes: agricultural diversification in the state of Minas Gerais, Brazil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 11, n. 2, p. 17–42, 31 ago. 2020.
- KENDALL, M. G. **Rank Correlation Methods**. 4th Edition ed. London: Charles Griffin, 1975.
- MANN, H. B. Nonparametric Tests Against Trend. **Econometrica**, v. 13, n. 3, p. 245, jul. 1945.
- MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. **The relationship of drought frequency and duration to time scales** Eighth Conference on Applied Climatology. **Anais...**Anaheim, California: 1993
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computin, 2024.
- SANTOS, L. DA C. *et al.* Unveiling Climate Trends and Future Projections in Southeastern Brazil: A Case Study of Brazil's Historic Agricultural Heritage. **Sustainability**, v. 16, n. 11, p. 4811, 5 jun. 2024.
- SANTOS, T. S. DOS *et al.* Análise de Eventos Extremos na Região Amazônica (Analysis of Extreme Events in the Amazon Region). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 5, p. 1356–1370, 9 dez. 2013.
- SOBRAL, B. S. *et al.* Drought characterization for the state of Rio de Janeiro based on the annual SPI index: trends, statistical tests and its relation with ENSO. **Atmospheric Research**, v. 220, p. 141–154, maio 2019.
- SRIVASTAV, A. L. *et al.* Climate-resilient strategies for sustainable management of water resources and agriculture. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 31, p. 41576–41595, 7 ago. 2021.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. T. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.