1º HIDROGEOMINAS
SIMPÓSIO MINEIRO DE HIDROGEOMORFOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS
07 – 10 de setembro de 2026
Departamento de Geografia – UFMG
Belo Horizonte - MG

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA SECA METEOROLÓGICA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Pâmela Rafanele França Pinto [1]
Lívia Alves Alvarenga [2]
Javier Tomasella [3]
Pâmela Aparecida Melo [4]
Marina Neves Merlo [5]
Michael Silveira Thebaldi [6]

RESUMO

As secas podem afetar o desenvolvimento socioeconômico de uma região, devido os seus impactos sociais, econômicos e ambientais, reduzindo a segurança hídrica, alimentar e energética. Assim, o monitoramento dos eventos de seca torna-se essencial para o planejamento de adaptação e mitigação dos impactos desse evento extremo. Nesse sentido, objetivou-se por meio desse estudo a caracterização da seca meteorológica na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) por meio do *Standardized Precipitation Index* (SPI-12) e do *Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index* (SPEI-12) e verificação de tendências. Para a obtenção dos índices, os dados de precipitação e evapotranspiração potencial foram obtidos do conjunto de BR-DWGD para o período de 1974 a 2023. Os índices foram estimados em escala anual (12 meses). Os resultados indicaram uma concordância entre os índices, contudo, o SPEI-12 mostrou uma maior persistência da seca. Além disso, na última década (2014-2023) observou-se um maior número de eventos de seca comparado aos anos anteriores. As tendências foram significativas somente para o SPEI-12, demonstrando a influência do aumento da evapotranspiração na ocorrência dos eventos. Nesse sentido, o aumento das secas na RMBH tende a ampliar a vulnerabilidade à redução da disponibilidade hídrica, impactando o desenvolvimento socioeconômico da região, o que denota, a necessidade de aprimoramento das políticas públicas e da gestão dos recursos hídricos, além de planos de ação para lidar com os impactos dos eventos de seca e mitigá-los.

Palavras-chave: Eventos de seca; gestão de recursos hídricos, tendência de secas; SPEI; SPI.

INTRODUÇÃO

Secas são caracterizadas como longos períodos em que a precipitação é inferior à média, o que causa um déficit hídrico, sendo um desastre natural que pode impactar de maneira complexa e

[1] Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Lavras, pamela.pinto3@estudante.ufla.br;
[2] Professora adjunta no Departamento de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Lavras, Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras , livia.aalvarenga@ufla.br;
[3] Tecnologista Sênior do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Doutor em Engenharia Civil pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, javier.tomasella@inpe.br;
[4] Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Doutora em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Lavras, pamela.melo@cemanden.br;
[5] Professora substituta do Departamento de Engenharia Urbana da Universidade Federal de Ouro Preto, Doutora em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Lavras, marina.merlo@ufop.br;
[6] Professor adjunto do Departamento de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Lavras, Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras, michael.thebaldi@ufla.br.

significativamente os setores econômicos, ambientais e sociais (Cunha *et al.*, 2019; Tomasella *et al.*, 2022; Wilhite; Svoboda; Hayes, 2007), não se restringido, portanto, apenas às localidades de baixa pluviosidade.

Tradicionalmente, as secas podem ser classificadas como meteorológicas, hidrológicas, agrícolas e socioeconômicas (Wilhite; Glantz, 1985). A primeira está relacionada ao déficit de precipitação, enquanto a segunda associa-se à redução da água no ciclo hidrológico, que reflete no nível dos rios, reservatórios e nas águas subterrâneas. Já a seca agrícola está vinculada à redução da umidade do solo, a qual se torna um fator limitante para o desenvolvimento das culturas. As secas socioeconômicas, por outro lado, estão atreladas aos impactos causados pelos eventos de seca, seja ele de caráter econômico, social ou ambiental (Cuartas *et al.*, 2022; Zakhem; Kattaa, 2016; Zhao *et al.*, 2019).

Entre 2013 e 2015, uma crise hídrica atingiu a região sudeste do Brasil, o que gerou impactos para o abastecimento público, para a geração de energia hidrelétrica e para a agricultura. Em Minas Gerais, a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) também foi atingida por esta crise hídrica, com redução dos volumes dos reservatórios do Sistema Integrado Paraopeba (Coelho *et al.*, 2016; Coelho; Cardoso; Firpo, 2016; Moreira *et al.*, 2018; Neves; Vilanova, 2021).

Neste contexto, o monitoramento da seca torna-se primordial para o desenvolvimento socioeconômico regional, auxiliando na gestão e no planejamento ambiental para tomada de decisão considerando a adaptação e mitigação dos impactos causados. Há diversos índices que permitem o monitoramento da seca, como o *Standardized Precipitation Index* (SPI) (McKee; Doesken; Kleist, 1993) e o *Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index* (Vicente-Serrano; Beguería; López-Moreno, 2010).

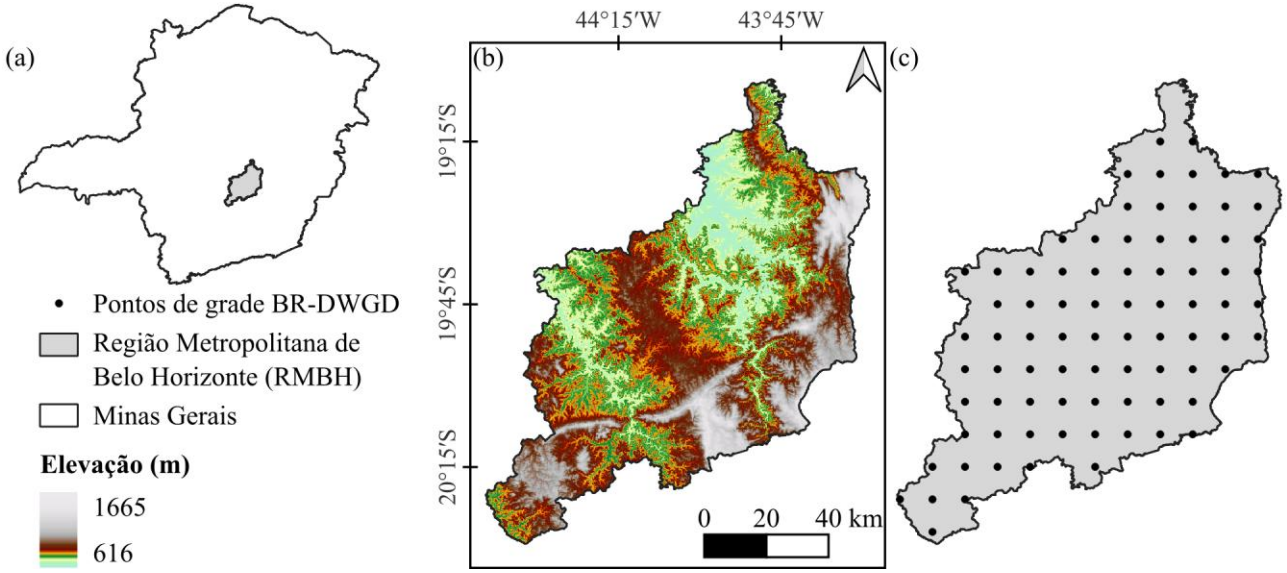
Apesar de estudos de monitoramento de seca meteorológica considerarem algum dos municípios dessa região ou regiões próximas (Alvarenga *et al.*, 2025; Pinto *et al.*, 2025a; Silva; Mello, 2021), ainda não foram realizados estudos considerando a avaliação espaço temporal da seca na RMBH. Neste contexto, objetivou-se por meio desse estudo a caracterização da seca meteorológica na Região Metropolitana de Belo Horizonte, por meio da determinação do *Standardized Precipitation Index* (SPI-12) e do *Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index* (SPEI-12) em escala anual, entre 1974 e 2023, bem como a avaliação das tendências desses índices.

ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 1a), é a terceira maior região metropolitana brasileira, com cerca de 5,4 milhões de habitantes, concentrando aproximadamente

32% do Produto Interno Bruto do estado (ANA, 2021). A elevação da área varia de 616 a 1665 metros (Figura 1b).

Figura 1 – Localização (a) e mapa de elevação (b) da Região Metropolitana de Belo Horizonte; pontos de grade do *Brazilian Daily Weather Gridded Data* – BR-DWGD (c).



MATERIAL E MÉTODOS

As séries temporais diárias de precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETo) foram obtidas do banco de dados *Brazilian Daily Weather Gridded Data* (BR-DWGD), desenvolvido por Xavier *et al.* (2022; 2016). Essa base de dados têm sido utilizada em diversos estudos de secas no território brasileiro (Gonçalves *et al.*, 2025; Miyamoto; Hackmann, 2025; Tomasella *et al.*, 2022, 2025) e apresenta adequabilidade para serem utilizados na RMBH, conseguindo capturar o comportamento da região satisfatoriamente (Pinto *et al.*, 2025b). O BR-DWGD possui uma resolução espacial de 0,1º, com resolução temporal diária e foi gerado por meio da interpolação dos dados de 11473 estações pluviométricas e 1252 estações meteorológicas. Para a estimativa da ETo, Xavier *et al.* (2022; 2016) utilizaram o método FAO 56 - Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998). Os centroides da grade podem ser observados na Figura 1c.

Os Índices de Precipitação Padronizada (*Standardized Precipitation Index* – SPI) (McKee; Doesken; Kleist, 1993; WMO, 2012) e de Precipitação-Evapotranspiração Padronizada (*Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index* – SPEI) (Vicente-Serrano; Beguería; López-Moreno, 2010), utilizados para analisar secas meteorológicas, foram calculados para a escala anual

(SPI-12 e SPEI-12). Desta forma, foi possível definir a ocorrência dos eventos de seca e sua severidade.

O SPI-12 considera a variabilidade temporal da precipitação, assim, para a sua estimativa, as séries temporais em escala anual de precipitação foram ajustadas a função distribuição de probabilidade (FDP) Gama com dois parâmetros para a probabilidade de não-excedência. Posteriormente, o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 0,05$) foi utilizado para verificar a adequabilidade dos ajustes. Em sequência, para a obtenção do SPI-12, o inverso da FDP Normal foi aplicado para as probabilidades obtidas anteriormente.

Já o SPEI considera as demandas atmosféricas por meio da variabilidade da precipitação e da evapotranspiração potencial (Tirivarombo; Osupile; Eliasson, 2018). As séries temporais de déficit (precipitação subtraída da evapotranspiração potencial) foram calculadas, e ajustadas usando a FDP Generalizada de Valores Extremos (GEV), com aderência testada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 0,05$). Assim como para o SPI-12, o inverso da FDP Normal foi aplicado e obteve-se o SPEI. A seca foi classificada segundo McKee, Doesken e Kleist (1993). A análise de tendência dos índices de secas (SPI-12 e SPEI-12) foi realizada por meio do teste de Mann-Kendall (Kendall, 1955; Mann, 1945), ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação espaço-temporal do SPI-12 e do SPEI-12 na escala anual para RMBH estão apresentadas na Figura *2* e na Figura *3*. Observou-se uma concordância entre os índices de seca, contudo, pelo SPEI-12 mostrou maior persistência dos eventos de seca na RMBH. Isso está relacionado ao fato do SPEI-12 englobar as demandas atmosféricas, enquanto o SPI-12 considera somente a precipitação. O SPI-12 tem como vantagem a facilidade de cálculo, entretanto, o SPEI, por considerar a precipitação e a evapotranspiração potencial, é capaz de detectar eventos de seca que o SPI-12 não faz-se tecnicamente capaz (Vicente-Serrano; Beguería; López-Moreno, 2010).

Em 2014, a RMBH apresentou a maior parcela de sua área classificada como seca extrema. Nesse período, o sudeste brasileiro sofreu uma seca severa que afetou o abastecimento hídrico, a geração de energia elétrica, a produção agrícola e a sociedade como um todo (Silva; Mello, 2021), impactando a segurança hídrica, alimentar e energética da região. Isso ocorreu devido a redução da precipitação e aumento da evapotranspiração potencial que intensificaram as condições de seca (Junqueira *et al.*, 2020b, 2020a; Silva; Mello, 2021; Van Loon, 2015).

Figura 2 – Variabilidade espaço-temporal do Índice de Precipitação Padronizada (SPI-12) na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

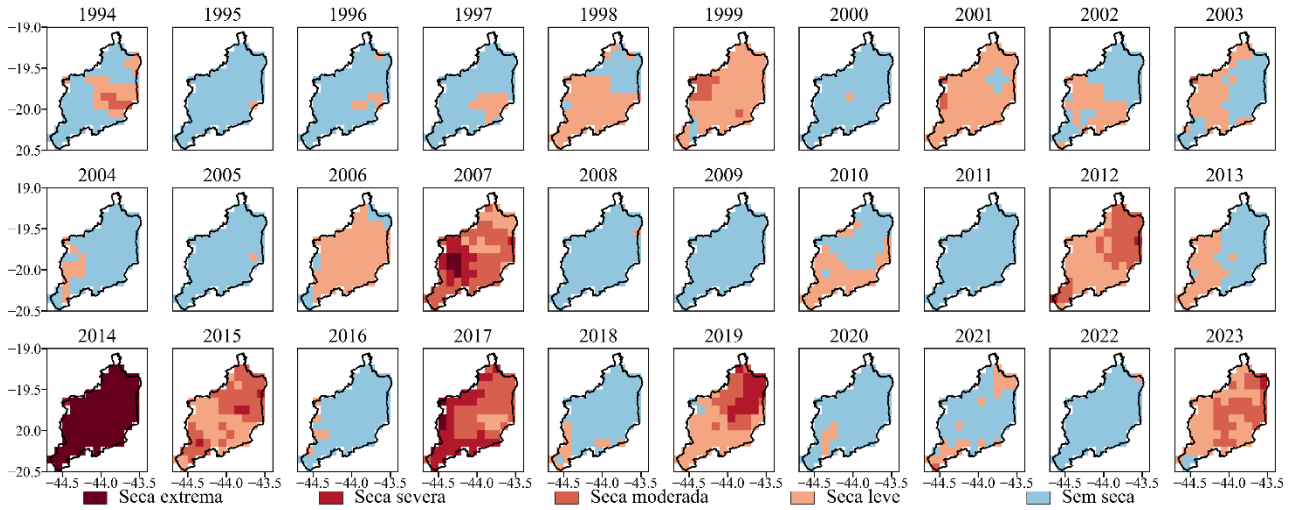
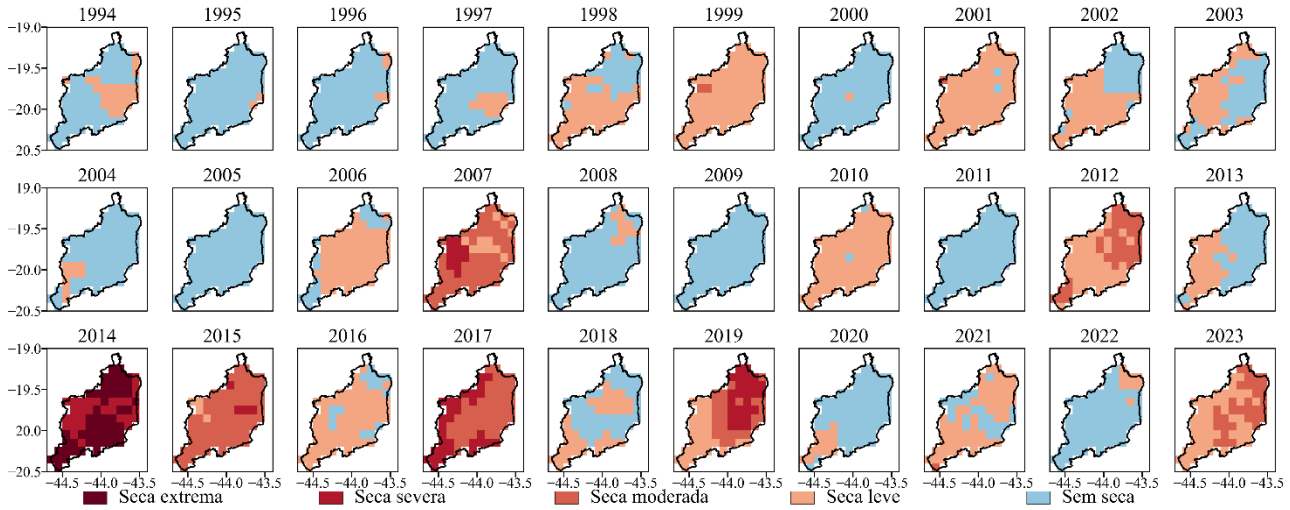


Figura 3 – Variabilidade espaço-temporal do Índice de Precipitação-Evapotranspiração Padronizada (SPEI) na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

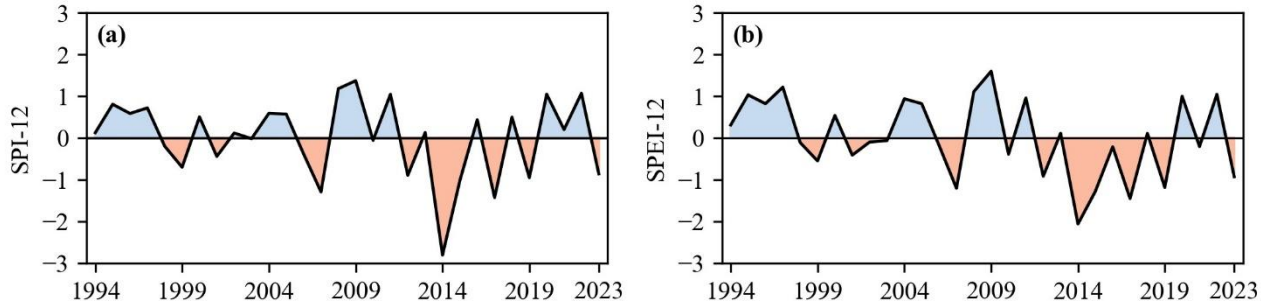


Os valores médios dos índices de seca meteorológica para a RMBH podem ser vistos na Figura 4. Houve um comportamento semelhante entre o SPI-12 e SPEI-12 para a área de estudo, contudo, houve mais eventos de seca detectados por meio do SPEI- 12 do que para o SPI-12. Além disso, alguns eventos detectados pelo SPEI-12 tiveram duração superior aos do SPI-12. Como exemplo, a seca que iniciou em 2014 e se estendeu até 2017 para o SPEI-12, enquanto para o SPI-12, foi até 2015, demonstrando a persistência da seca devido ao déficit hídrico da atmosfera. Somado a isso, na última década (2014 a 2023) houve um aumento no número de eventos de seca (Figura 2, Figura 3,

Figura 4). Segundo Silva e Mello (2021), valores negativos e consecutivos dos índices são indicativos de períodos prolongados de seca com aumento dos seus impactos de maneira expressiva.

Os eventos de seca que ocorreram durante esse período causaram grandes impactos para diversas regiões do país, contudo, apresentaram ocorrência, intensidade e comportamento espacial distinto (Cunha *et al.*, 2019). A redução da precipitação levou à redução do nível dos rios e da disponibilidade hídrica (Coelho; Cardoso; Firpo, 2016; Marengo *et al.*, 2015; Marengo; Alves, 2015; Nobre *et al.*, 2016; Silva; Silva; Moreira, 2015). Com destaque à RMBH, houve uma redução do volume útil dos reservatórios do Sistema Integrado Paraopeba que auxiliam no abastecimento da RMBH. Os reservatório Rio Manso, Vargem das Flores e Serra Azul atingiram 28,7, 20,4 e 5,2% da sua capacidade de armazenamento, respectivamente; além de as vazões defluentes dos reservatórios serem inferiores à média histórica (Melo *et al.*, 2020; Moreira *et al.*, 2018). Este evento tornou necessária a adoção de medidas mitigatórias para evitar o desabastecimento de água na RMBH, como a implementação de uma nova captação de emergência.

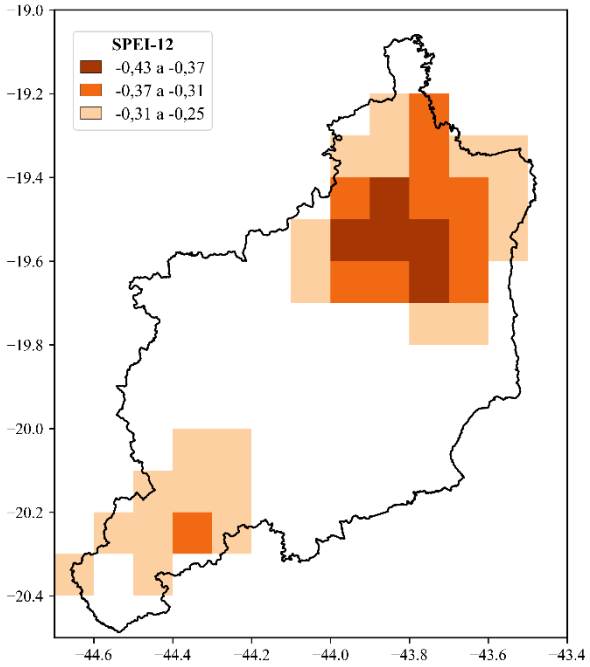
Figura 4 – Índice de Precipitação Padronizada (SPI-12) e Índice de Precipitação-Evapotranspiração Padronizada (SPEI-12) médios para a Região Metropolitana de Belo Horizonte.



Por meio do teste de Mann-Kendall, ao nível de significância de 5%, não foram observadas tendencias significativas para o SPI-12, no entanto, para o SPEI-12 observou-se tendências negativas na porção norte e sul da RMBH (Figura 5). Neste contexto, as tendências observadas sugerem um aumento na frequência e na severidade da seca, as quais estão associadas ao aumento das temperaturas e da evapotranspiração potencial. Alvarenga *et al.* (2025) desenvolveram um estudo para uma região próxima à RMBH, em que os autores projetaram o aumento das temperaturas e da evapotranspiração potencial, além da redução da precipitação média anual para o final do Século XXI, com destaque para o cenário pessimista (SSP585). O aumento da seca agrava as condições de vulnerabilidade socioeconômicas e ambientais pré-existentes de uma região, o que pode impactar as atividades econômicas e essenciais da população. Assim, torna-se essencial aprimorar as políticas públicas, além

de fortalecer as ações de controle da seca e dos impactos causados pelos eventos (Marengo *et al.*, 2021).

Figura 5 – Tendência espaço-temporal do Índice de Precipitação-Evapotranspiração Padronizada (SPEI-12) na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).



CONCLUSÕES

Por meio da análise dos índices SPI-12 e SPEI-12 em escala anual observou-se padrões semelhantes entre os dois índices, contudo, o SPEI-12 captura melhor os eventos de seca ao englobar as demandas atmosféricas. Junto a isso, o ano de 2014 foi o que apresentou a maior severidade de seca na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e o SPEI-12 apontou uma maior persistência da seca (até 2017) quando comparado ao SPI-12 (até 2015). Ademais, a última década em estudo (2014–2023) foi marcada pelo aumento dos eventos de seca na região, com impactos expressivos. Em relação a tendência, houve tendência significativa somente para o SPEI-12 e essa foi negativa, ou seja, de aumento de seca. Tal situação pode reduzir a disponibilidade hídrica e, como consequência, comprometer os usos múltiplos da água, gerando conflitos pelo seu uso.

Neste sentido, os resultados reforçam a necessidade de aprimoramento das políticas públicas voltadas à temática. O monitoramento dos índices de seca se destaca como um instrumento para subsidiar a tomada de decisão, de forma a auxiliar na mitigação dos impactos da seca e promovendo a gestão sustentável dos recursos hídricos e a da resiliência de sistemas naturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pela concessão de bolsa pela FAPEMIG e pelo apoio financeiro prestado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e para participação no evento pela FAPEMIG e CAPES (código 001) e pelo financiamento das agências CNPq (305295/2021-7 e 305711/2024-5) e FAPEMIG (APQ-00709-21).

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; *et al.* **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56**. Roma: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998.

ALVARENGA, C. M. de *et al.* Meteorological Droughts in the Paraopeba River Basin: Current Scenarios and Future Projections. **Land**, v. 14, n. 10, p. 2093, 2025.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 2021.

COELHO, C. A. S. *et al.* The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. **Climate Dynamics**, v. 46, n. 11–12, p. 3737–3752, 2016.

COELHO, C. A. S.; CARDOSO, D. H. .; FIRPO, M. A. F. A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. **Climanálise – Edição Especial de 30 anos**, p. 55–61, 2016.

CUARTAS, L. A. *et al.* Recent Hydrological Droughts in Brazil and Their Impact on Hydropower Generation. **Water**, v. 14, n. 4, p. 601, 2022.

CUNHA, A. P. M. A. *et al.* Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019. **Atmosphere**, v. 10, n. 11, p. 642, 2019.

GONÇALVES, S. T. N. *et al.* Occurrence of flash drought in reservoirs in the semi-arid area of the Ceará State, Brazil. **Journal of Arid Land**, v. 17, n. 7, p. 865–887, 2025.

JUNQUEIRA, R. *et al.* Hydrological Response to Drought Occurrences in a Brazilian Savanna Basin. **Resources**, v. 9, n. 10, p. 123, 2020 a.

JUNQUEIRA, R. *et al.* Drought severity indexes for the Tocantins River Basin, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 141, n. 1–2, p. 465–481, 2020 b.

KENDALL, M. G. **Rank Correlation Methods.** London: Charles Griffin & Company, 1955.

MANN, H. B. Nonparametric Tests Against Trend. **Econometrica**, v. 13, n. 3, p. 245, 1945.

MARENGO, J. A. *et al.* Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, Causes, and Impacts. **Frontiers in Water**, v. 3, 2021.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Crise Hídrica em São Paulo em 2014: Seca e Desmatamento. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 485, 2015.

MARENGO, J. A. *et al.* A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, n. 106, p. 31–44, 2015.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. **In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology**, p. 179–184, 1993.

MELO, M. C. *et al.* Avaliação da segurança hídrica para abastecimento na Região Metropolitana de Belo Horizonte: estudo da crise hídrica 2014-2015. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, p. 680–701, 2020.

MIYAMOTO, B. C. B.; HACKMANN, C. L. Effects of drought on crop yields and agricultural revenue in Southern Brazil. **Discover Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 246, 2025.

MOREIRA, H. S. *et al.* DISPONIBILIDADE E DEMANDA DE ÁGUA NO ESTADO. *In*: IGAM (org.). **Relatório anual de gestão e situação dos recursos hídricos de Minas Gerais -2014/2017**. Belo Horizonte: IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Água, 2018. p. 135.

NEVES, A. de O.; VILANOVA, M. R. N. Caracterização da seca histórica da década de 2010 na Bacia do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, n. 2, p. 339–349, 2021.

NOBRE, C. A. *et al.* Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 08, n. 02, p. 252–262, 2016.

PINTO, P. R. F. *et al.* SPATIO-TEMPORAL DROUGHT CHARACTERIZATION: AN EVALUATION OF DROUGHT IN MINAS GERAIS. *In*: VIII WorkETA: Workshop em modelagem numérica de tempo, clima e mudanças climáticas utilizando o modelo ETA, 2025, São José dos Campos. **Anais [...]**. São José dos Campos: VIII WorkETA, 2025a.

PINTO, P. R. F. *et al.* Evaluation of gridded precipitation datasets in the metropolitan region of Belo Horizonte, Brazil. *In*: 4th International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century – INCREaSE, 2025, Algarve - Faro, Portugal. **Anais […]**. Algarve - Faro, Portugal: INCREaSE, 2025b.p. 35.

SILVA, B. M. B. da; SILVA, D. D. da; MOREIRA, M. C. Índices para a gestão e planejamento de recursos hídricos na bacia do rio Paraopeba, Estado de Minas Gerais. **Rev. Ambient. Água**, v. 10, n. 3, p. 685–697, 2015.

SILVA, V. O.; MELLO, C. R. de. Meteorological droughts in part of southeastern Brazil: Understanding the last 100 years. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, n. suppl 4, 2021.

TIRIVAROMBO, S.; OSUPILE, D.; ELIASSON, P. Drought monitoring and analysis: Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) and Standardised Precipitation Index (SPI). **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v. 106, p. 1–10, 2018.

TOMASELLA, J. *et al.* Assessment of trends, variability and impacts of droughts across Brazil

over the period 1980–2019. **Natural Hazards**, 2022.

TOMASELLA, J. *et al.*Are flash droughts intensifying in Brazil? **Climate Dynamics**, v. 63, n. 4, p. 190, 2025.

VAN LOON, A. F. Hydrological drought explained. **WIREs Water**, v. 2, n. 4, p. 359–392, 2015.

VICENTE-SERRANO, S. M.; BEGUERÍA, S.; LÓPEZ-MORENO, J. I. A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. **Journal of Climate**, v. 23, n. 7, p. 1696–1718, 2010.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M. H. Understanding: the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. **Water International**, v. 10, n. 3, p. 111–120, 1985.

WILHITE, D. A.; SVOBODA, M. D.; HAYES, M. J. Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness. **Water Resources Management**, v. 21, n. 5, p. 763–774, 2007.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Standardized Precipitation Index User Guide**. Geneva: WMO-No. 1090, 2012. *E-book*. D

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 6, p. 2644–2659, 2016

XAVIER, A. C. *et al.* I. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). **International Journal of Climatology**, v. 42, n. 16, p. 8390–8404, 2022.

ZAKHEM, B. A.; KATTAA, B. Investigation of hydrological drought using Cumulative Standardized Precipitation Index (SPI 30) in the eastern Mediterranean region (Damascus, Syria). **Journal of Earth System Science**, v. 125, n. 5, p. 969–984, 2016.

ZHAO, M.; HUANG, S.; HUANG, Q.; WANG, H.; LENG, G.; XIE, Y. Assessing socio-economic drought evolution characteristics and their possible meteorological driving force. **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, v. 10, n. 1, p. 1084–1101, 2019.