

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

INTENSIFICAÇÃO DAS SECAS NA BACIA DO RIO CORRENTE, BAHIA

*Caline Cecília Oliveira Leite¹; Samara Fernanda da Silva²; Luís Gustavo Henriques do Amaral³;
& Eduardo Mario Mendiondo⁴*

Abstract: Droughts are natural phenomena that result in significant losses in climate-vulnerable sectors. When droughts affect total precipitation, they are classified as meteorological droughts. More severe impacts are observed when these droughts also affect river flows, resulting in hydrological droughts. In Bahia, intense droughts have impacted the western region, where an important tributary of the Middle São Francisco region, the Corrente River, is located. In the Corrente River, water scarcity led to conflicts over the resource in 2017. Understanding the dynamics of meteorological and hydrological droughts can assist in the regional management of water resources. This study investigated the drought history in the basin between 1985 and 2023 using standardized drought indices. In total, 15 meteorological and 18 hydrological droughts of moderate to severe intensity were identified. The most severe meteorological drought began in April 2016 and lasted for 13 months, while the most extreme hydrological drought began in March 2016 and lasted for 14 months. Both were classified as extreme based on the indices used. Hydrological droughts have become more severe over the years, and the interval between them has progressively shortened. This indicates that the basin, which once had a high potential for underground water storage, has lost a significant amount of this resource and, consequently, its ability to buffer the effects of droughts.

Resumo: Secas são fenômenos naturais que resultam em perdas significativas em setores vulneráveis ao clima. Quando as secas afetam o total de precipitação, são classificadas como secas meteorológicas. Impactos mais graves são observados quando essas secas também afetam os fluxos dos rios, resultando em secas hidrológicas. Na Bahia, secas intensas têm impactado a região Oeste, onde se localiza um importante afluente da região do Médio São Francisco, o rio Corrente. No rio Corrente, a escassez de água levou a conflitos pelo recurso em 2017. Compreender a dinâmica das secas meteorológicas e hidrológicas pode auxiliar na gestão regional dos recursos. Este estudo investigou o histórico de secas na bacia entre 1985 e 2023, utilizando índices padronizados de seca. Dessa forma, foram identificadas 15 secas meteorológicas e 18 secas hidrológicas de intensidade moderada ou até severa. A seca meteorológica mais severa teve início em abril de 2016 e durou um total de 13 meses, enquanto a seca hidrológica mais extrema teve início em março de 2016 e durou um total de 14 meses, e ambas foram classificadas como extremas por meio dos índices utilizados. As secas hidrológicas tornaram-se mais severas ao longo dos anos, e o intervalo entre elas tem se tornado cada vez menor. Isso revela que a bacia, que antes apresentava um alto potencial de armazenamento subterrâneo de água, perdeu uma quantidade significativa desse recurso e, consequentemente, sua capacidade de amortecer os efeitos das secas.

Palavras-Chave – Secas meteorológicas, Secas hidrológicas, Índices Padronizados.

1) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, calineleit@gmail.com

2) Centro das Ciências Exatas e Tecnologias, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras – BA, samara.silva@ufob.edu.br

3) Centro das Ciências Exatas e Tecnologias, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras – BA, luis.gha@ufob.edu.br

4) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, emm@sc.usp.br

INTRODUÇÃO

Secas são consideradas um dos desastres naturais mais dispendiosos do mundo (Feng *et al.*, 2023). Durante sua ocorrência, perdas significativas acometem diversos setores vulneráveis ao clima, com impactos mais profundos e imediatos no setor agrícola, na economia e na saúde humana (Pechlivanidis *et al.*, 2017; Benso *et al.*, 2023). Podem ser caracterizadas como meteorológicas, hidrológicas, agrícolas e socioeconômicas (Mukherjee *et al.*, 2018; Guo *et al.*, 2021).

As secas meteorológicas são decorrentes da redução nos totais precipitados, as secas hidrológicas ocorrem quando essa diminuição reflete no armazenamento da bacia e, quando a escassez gerada afeta os setores agrícolas, econômicos e sociais, ocorrem as secas agrícolas e socioeconômicas (Mehran *et al.*, 2015; Guo *et al.*, 2019).

Nessa perspectiva, índices de seca são ferramentas amplamente utilizadas, pois permitem quantificar características como duração, intensidade e frequência das secas, além de identificar padrões de propagação ao longo do tempo e do espaço (Gonçalves *et al.*, 2021). Os índices são utilizados em monitores de secas, que visam auxiliar o planejamento de ações específicas em setores vulneráveis. No Brasil, os sistemas de monitoramento disponíveis são gerenciados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Entre os diversos índices disponíveis, o Índice de Precipitação Padronizado (SPI, do inglês *Standardized Precipitation Index*) é um dos mais utilizados devido à sua simplicidade e à ampla disponibilidade de dados pluviométricos (Raziei, 2021). Recomendado pela Organização Meteorológica Mundial, o SPI é eficaz na detecção de secas meteorológicas (Svoboda *et al.*, 2012). Os impactos mais significativos para os sistemas hídricos e econômicos geralmente ocorrem quando a seca avança para a fase hidrológica. Essa transição é denominada propagação de secas (Wu *et al.*, 2022). As secas hidrológicas podem ser avaliadas pelo Índice de Vazão Padronizado (SSI, do inglês *Standardized Streamflow Index*), pois reflete as alterações no escoamento dos cursos d'água (Vicente-Serrano *et al.*, 2012).

Quando as secas ocorrem de maneira subsequente, pode não haver recuperação entre eventos. Dessa forma, a propagação de secas da fase meteorológica para a hidrológica pode ter sua duração reduzida e a severidade intensificada. Isso é agravado quando há uma dinâmica de mudanças na bacia, sejam climáticas que afetam os totais precipitados, seja por aumento das demandas antrópicas por água motivadas pelo desenvolvimento local. Nesse contexto, entender como são as dinâmicas de eventos de seca pode auxiliar na gestão dos recursos locais, fornecendo subsídios para tomadores de decisão locais.

A bacia do rio Corrente, importante afluente da margem esquerda do Rio São Francisco, está situada em uma região com disponibilidade significativa de recursos hídricos, sustentada por aquíferos como o Sistema Aquífero Urucuia e o Bambuí e por um regime climático com estação chuvosa bem definida (Gonçalves *et al.*, 2018). No entanto, o avanço da fronteira agrícola e as intensas mudanças no uso e cobertura da terra têm provocado alterações no regime hidrológico da bacia. A ampliação de áreas irrigadas, a supressão da vegetação nativa e o aumento da captação de água superficial e subterrânea são fatores que podem comprometer o equilíbrio entre precipitação, infiltração e recarga dos aquíferos, afetando a dinâmica de propagação das secas (Ferraz *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2024).

Dessa forma, este estudo teve como objetivo geral analisar como a duração e a severidade de eventos de secas hidrológica e meteorológica, identificados por meio de índices padronizados, influenciam a ocorrência e as características de eventos subsequentes na bacia no rio Corrente. Para

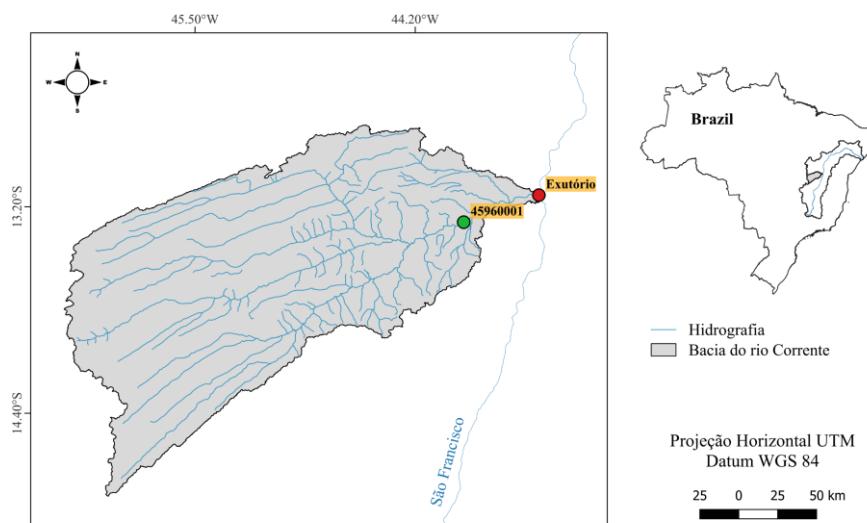
isso, foram calculados o SPI e o SSI, dos quais foram obtidos (1) o número de eventos ao longo da série temporal; (2) a duração; e (3) a severidade dos eventos, considerando o período de outubro de 1985 a setembro de 2023.

METODOLOGIA

Área de estudo e aquisição de dados

A bacia do rio Corrente está situada na região médio São Francisco, na sua margem esquerda. Abrange uma área de cerca de 34.100 km², entre as coordenadas 12°45' a 14°50' de latitude sul e 43°20' a 46°15' de longitude oeste. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima predominante é do tipo Aw, caracterizado como tropical sazonalmente úmido. As estações do ano são bem definidas, com um período seco que vai de abril a setembro e um período chuvoso de outubro a março, registrando índices pluviométricos entre 500 e 1200 mm (Mantovani *et al.*, 2019). Os solos predominantes na região são os latossolos vermelho-amarelos, ácidos e distróficos, com textura média, além de areias quartzosas também distróficas (Muggler *et al.*, 1996).

Figura 1 – Área de estudo



Para a análise da vazão do rio principal, como não há uma estação de medição de vazão na foz da bacia, foram utilizados dados da estação Porto Novo (código 45960001). Os dados foram obtidos a partir da base de dados da ANA, para o período de 1985 a 2023. A estação está situada a 52 km da confluência dos rios Corrente e São Francisco, possui uma área de drenagem de aproximadamente 31.000 km², o que representa 91% da área total da bacia.

Os dados de precipitação foram obtidos a partir do conjunto de dados CHIRPS (*Climate Hazards group Infrared Precipitation with Stations*) desenvolvido por Funk *et al.* (2015), também para o período de 1985 a 2023, sendo obtido a partir das coordenadas da estação fluviométrica, por meio da técnica ponto-a-pixel. Esse produto foi utilizado por já ter sido validado para o Nordeste (Paredes-Trejo *et al.*, 2017) e semiárido (Dos Santos *et al.*, 2021) brasileiro e na bacia do rio Grande (Silva *et al.*, 2024), a qual apresenta comportamento similar do regime de chuva em relação a bacia do rio Grande.

Índices Padronizados

O procedimento para obtenção dos índices padronizados consiste em organizar em dados mensais a variável hidroclimatológica de interesse e, em seguida, fazer a agregação dos dados para o

período de acumulação n desejado ($n = 1, 2, 3, \dots, 24$ meses). A partir disso, ajustam-se os valores agregados a funções de distribuição de probabilidade adequadas. A etapa final consiste em transformar as probabilidades de não excedência obtidas em quantis de uma distribuição normal padrão, resultando nos valores dos índices padronizados (Costa *et al.*, 2021).

Nesse estudo, o SPI foi calculado para diferentes períodos de acumulação, variando de 1 a 12 meses. Para o SSI, foi adotado o período de acumulação $n = 1$ mês, com o objetivo de captar o menor tempo de resposta da vazão, minimizando o risco de suavização dos dados (Van Loon, 2015). A partir disso, foi verificado qual período de acumulação do SPI apresentava maior correlação com o SSI-1, com o intuito de estimar o tempo de resposta da bacia à propagação de eventos de seca meteorológica (Costa *et al.*, 2021).

Para o cálculo do SPI-n, foi utilizada a função de distribuição gama, cuja adequação a séries de precipitação já foi amplamente comprovada na literatura (Stagge *et al.*, 2015). Em relação aos dados de vazão, não há consenso na literatura quanto à melhor função de distribuição a ser aplicada, sendo esta dependente do comportamento da série analisada. Assim, para determinar a distribuição mais adequada às vazões da bacia do rio Corrente, foi aplicado o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (Svensson *et al.*, 2017), o qual indicou que a distribuição log-normal apresenta melhor ajuste (ver Tabela 1).

Tabela 1 – Adequação dos dados de vazão às funções de distribuição de probabilidade segundo p-value obtidos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

Distribuição	p-value
Gamma	0,419
Log-normal	0,812
Weibull	0,640
Gumbel	0,722
Pearson 3	0,419

A partir dos índices SSI-1 e o SPI cuja escala temporal obtenha a correlação mais forte com o SSI-1, foram identificados, para ambos os tipos de seca (meteorológica e hidrológica): (1) o número total de eventos ao longo da série temporal; (2) a duração de cada evento em meses; e (3) sua severidade, que corresponde ao somatório dos valores do SPI/SSI durante cada evento (Barker *et al.*, 2016). Foram considerados apenas eventos classificados como, no mínimo, secas moderadas, ou seja, com $SPI-12 \leq -1,0$. As categorias das secas, considerando os valores de SPI e SSI podem ser do tipo suave, variando de 0 a -0,99; moderada, de -1,00 a -1,49; severa, de -1,50 a -1,99 e extrema $\leq -2,00$. No caso das secas hidrológicas, também foi analisado o intervalo entre eventos sucessivos, com o objetivo de investigar possíveis tendências na redução do tempo entre ocorrências ao longo do período analisado (outubro de 1985 a setembro de 2023).

Todos os cálculos estatísticos e o ajuste das distribuições de probabilidade foram realizados utilizando a linguagem de programação Python, por meio da biblioteca SciPy, especialmente o módulo `scipy.stats`, que oferece funções para o ajuste e teste de aderência a distribuições estatísticas (Virtanen *et al.*, 2020). O uso dessa biblioteca permitiu o cálculo dos parâmetros das distribuições, bem como a aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a adequação dos ajustes. As análises complementares e manipulação de dados também foram feitas com apoio das bibliotecas NumPy e Pandas (Harris *et al.*, 2020; McKinney *et al.*, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os períodos de acumulação analisados, constatou-se que a maior correlação ocorreu entre o SPI-12 e o SSI-1. Dessa forma, o SPI-12 foi utilizado para as análises de seca meteorológica neste trabalho. Os eventos de secas com severidade a partir da categoria moderada ($SPI/SSI \leq -1$), entre o período de setembro de 1985 a outubro de 2023 incluem 15 secas meteorológicas (SM-n, $n = 1, 2, \dots, 15$) e 18 secas hidrológicas (SH-n, $n = 1, 2, \dots, 18$). A SM mais severa teve início em abril de 2016 e durou ao total 13 meses, acumulando uma severidade total de -22,48. Em relação à SH, o evento mais extremo iniciou-se em março de 2016, durou um total de 14 meses e acumulou uma severidade de -22,14 (Tabela 2). Entre 2012 e 2022 as secas moderadas começaram a ocorrer com um curto intervalo entre cada evento.

Tabela 2 – Eventos de secas meteorológicas (SM) e secas hidrológicas (SH) na bacia do rio Corrente entre 1985 e 2023.

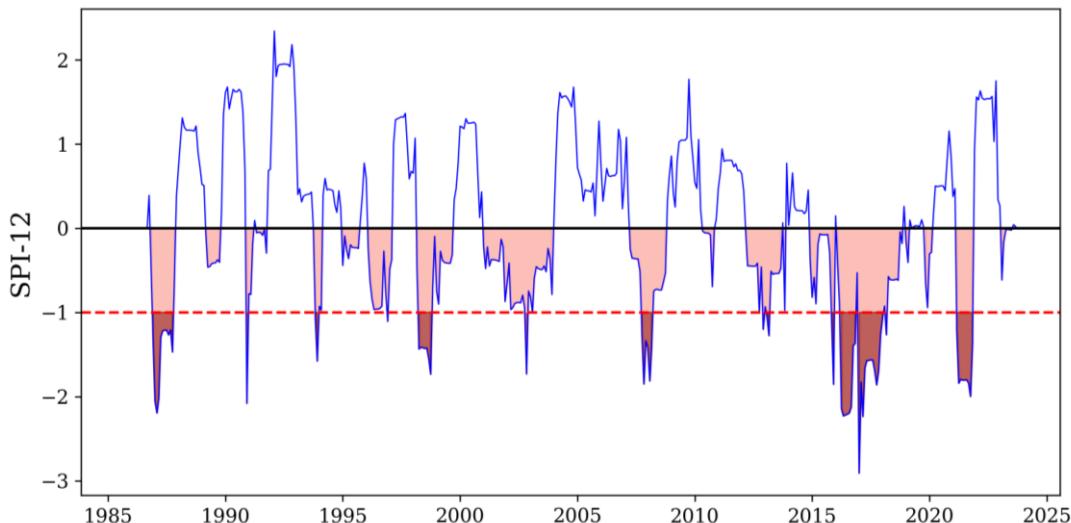
Evento	Duração	Início	Fim	Severidade
SM-1	11	01/03/1986	01/01/1987	-16.44
SM-2	1	01/03/1990	01/03/1990	-2.08
SM-3	2	01/02/1993	01/03/1993	-2.65
SM-4	1	01/03/1996	01/03/1996	-1.11
SM-5	7	01/07/1997	01/01/1998	-10.41
SM-6	1	01/02/2002	01/02/2002	-1.73
SH-1	1	01/03/2003	01/03/2003	-1.18
SM-7	6	01/01/2007	01/06/2007	-9.06
SH-2	1	01/02/2007	01/02/2007	-1.40
SH-3	1	01/04/2007	01/04/2007	-1.05
SH-4	1	01/06/2008	01/06/2008	-1.12
SH-5	1	01/05/2009	01/05/2009	-1.20
SM-8	1	01/01/2012	01/01/2012	-1.01
SM-9	1	01/03/2012	01/03/2012	-1.20
SM-10	2	01/05/2012	01/06/2012	-2.35
SH-6	1	01/05/2013	01/05/2013	-1.19
SH-7	1	01/01/2014	01/01/2014	-1.11
SH-8	3	01/04/2014	01/06/2014	-4.30
SH-9	3	01/01/2015	01/03/2015	-5.21
SM-11	2	01/02/2015	01/03/2015	-2.96
SH-10	8	01/06/2015	01/01/2016	-12.40

SM-12	8	01/07/2015	01/02/2016	-15.88
SH-11	14	01/03/2016	01/04/2017	-22.14
SM-13	13	01/04/2016	01/04/2017	-22.48
SM-14	1	01/06/2017	01/06/2017	-1.27
SH-12	7	01/07/2017	01/01/2018	-10.78
SH-13	3	01/04/2018	01/06/2018	-5.55
SH-14	10	01/08/2018	01/05/2019	-15.81
SH-15	5	01/09/2019	01/01/2020	-6.61
SH-16	12	01/03/2020	01/02/2021	-17.29
SM-15	9	01/06/2020	01/02/2021	-15.47
SH-17	7	01/07/2021	01/01/2022	-9.55
SH-18	6	01/06/2022	01/11/2022	-7.80

A duração média das SM é de 4,40 meses, enquanto a severidade média foi de -7,07. A duração e severidade médias das SH foram de 4,72 meses e -6,98. Avaliando as secas meteorológicas e hidrológicas, pode-se verificar que na região de estudo, apesar de secas meteorológicas atingirem a região da bacia de forma intensa desde o início da série histórica, apenas a partir da década de 2000 as secas hidrológicas começaram a ficar mais severas.

A maior anomalia de precipitação na área de estudo ocorreu durante a década de 2010 (Figura 2). Durante esse período, a seca que teve início em 2015 foi intensificada pela ocorrência do El Niño, entre 2015 e 2016 (Marengo *et al.*, 2016), se prolongando até 2017. Durante períodos de El Niño há redução dos totais precipitados na região nordeste do país (Grimm e Aceituno, 2016).

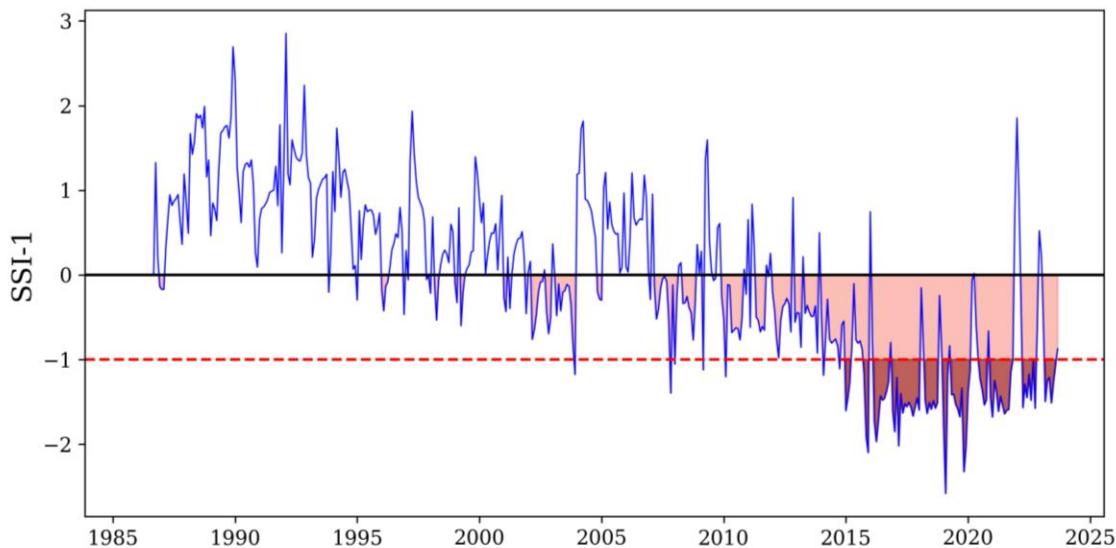
Figura 2 – Valores do SPI-12 para a área de estudo



Ainda durante a década de 2010, pode-se observar na Figura 3 que houve uma intensa seca hidrológica na região, na qual durante quase toda a década o SSI encontra-se abaixo do limiar de

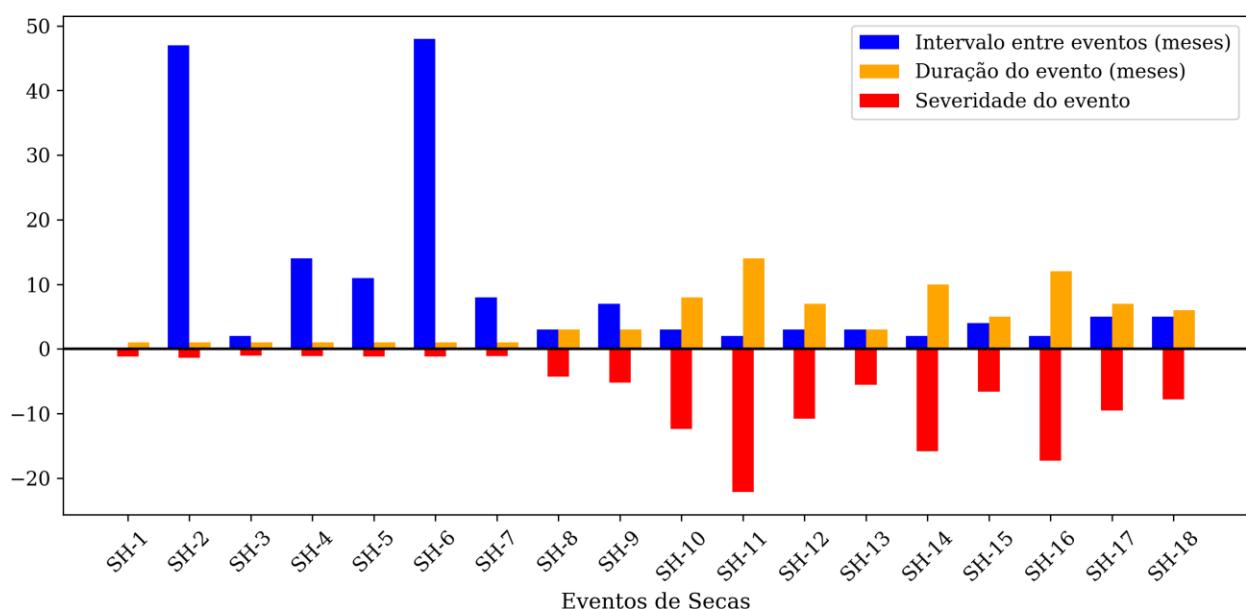
secas ($SSI = 0$), atingindo situações entre secas moderadas e intensas que não foram observadas no período inicial da série histórica analisada.

Figura 3 – Valores do SSI-1 para a área de estudo



Na figura 4, é possível observar que, a partir do SH-7, ocorrido em 2014, o intervalo entre eventos de secas começa a ficar menor e tem-se um agravamento da severidade das secas. Além do curto de período para recuperação entre secas, devido o menor intervalo entre eventos e o aumento da severidade, durante períodos de vazões abaixo da média, na região da bacia também ocorre o incentivo do aumento das áreas de irrigação (Silva *et al.*, 2021). Essa atitude inclusive motivou o conflito por água conhecido como “Guerra das Águas de Correntina”, mobilizado por pequenos agricultores localizados a jusante de monoculturas e que ficaram sem água para manutenção das suas culturas em novembro de 2017 (Silva *et al.*, 2021).

Figura 4 – Secas hidrológicas: intervalo entre eventos, duração e severidade.



A bacia apresenta grande capacidade de armazenamento de água devido ao solo ser profundo e altamente drenante (Dionízio *et al.*, 2020). A capacidade de armazenamento das bacias hidrográficas garante o amortecimento do sinal da seca na vazão e caso haja um déficit significativo da quantidade de água armazenada, maior quantidade de água é necessária para repor os volumes e retomar as condições de estabilidade dos fluxos (Raposo *et al.*, 2023). No início da série histórica, mesmo os eventos de secas meteorológicas mais críticos, como o SM-1 e SM-5 que ocorreram em 1986 e 1997, respectivamente, não geraram uma resposta hidrológica na bacia. No entanto, a partir da década de 2000, os déficits da precipitação já começaram a gerar secas moderadas.

Desde o início da década de 1990, a bacia vive uma intensa alteração das suas áreas naturais para áreas de ocupação agrícola (Dionízio *et al.*, 2020). Consequentemente, houve o aumento das demandas por água e neste sentido, reduções significativas nas vazões dos rios. Por esse motivo, a área tornou-se objeto de estudo de diversas pesquisas que investigam as causas das reduções de vazão. Foram atribuídas causas como as influências da precipitação (Pousa *et al.*, 2019), e das alterações do uso e ocupação do solo (Ferraz *et al.*, 2022). Não apenas na bacia do rio Corrente, mas também outras bacias sob o domínio do aquífero do Urucuia, importante para a manutenção do fluxo do Rio São Francisco.

Ao analisar sub bacias localizadas no domínio do Urucuia, Rodrigues *et al.* (2024) atribuíram essas reduções nas vazões dos rios à extração de água em poços profundos, gerando menor contribuição do fluxo de base para a bacia e rebaixamento do aquífero. Uchôa *et al.* (2024) apontaram que quando ocorre uma extração excessiva de poços próximos a rios, pode ocorrer a depleção desses cursos de água, processo onde os rios perdem água para o aquífero. Ambos os trabalhos reforçam a urgência de uma gestão integrada do recurso para evitar efeitos negativos para a manutenção das atividades humanas e ecossistêmicas do local.

CONCLUSÕES

A análise histórica das secas na bacia do rio Corrente evidencia um aumento na frequência, severidade e encurtamento do intervalo entre eventos hidrológicos, especialmente a partir dos anos 2000. Esse padrão está associado tanto a variações climáticas quanto à intensificação das pressões antrópicas, como o avanço agrícola e a crescente demanda por recursos hídricos. A identificação da correlação entre o SPI e o SSI permite compreender a propagação entre suas fases. Os resultados obtidos destacam a urgência de estratégias de gestão hídrica mais eficazes e integradas, que considerem as dinâmicas naturais da bacia e os impactos das atividades humanas sobre os fluxos hídricos.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos vão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que financia esta pesquisa através do projeto 22/08468-0 intitulado "Características da evolução de eventos de secas rápidas e mecanismos de respostas à mudança climática considerando correlação espacial" e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- BENSO, Marcos Roberto *et al.* Review article: Design and evaluation of weather index insurance for multi-hazard resilience and food insecurity. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 1335–1354, 2023.
- BARKER, Lucy J. *et al.* From meteorological to hydrological drought using standardised indicators. *Hydrology and Earth System Sciences*, [s. l.], v. 20, n. 6, p. 2483–2505, 2016.

- CEMADEN, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Monitoramento de Seca para o Brasil. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil>. Acesso em: 30 mai. 2025.
- DOS SANTOS, Vitor Juste. CALIJURI, Maria Lúcia. RIBEIRO JÚNIOR, José Ivo. ASSIS, Leonardo Campos. Rainfall estimation methods in the Brazilian semiarid region: 30-year evaluation on a monthly scale. *Int J Climatol.* 2021; 41 (Suppl. 1): E752– E767. <https://doi.org/10.1002/joc.6723>
- COSTA, Veber *et al.* Assessing the propagation from meteorological to hydrological drought in the São Francisco river catchment with standardized indexes: exploratory analysis, influential factors, and forecasting strategies. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 147, n. 11, p. 05021020, 2021.
- DIONIZIO, Emily Ane *et al.* Carbon stocks and dynamics of different land uses on the Cerrado agricultural frontier. *PLoS One*, v. 15, n. 11, p. e0241637, 2020.
- FENG, Kai *et al.* Spatio-temporal dynamic evaluation of agricultural drought based on a three-dimensional identification method in Northwest China. *Agricultural Water Management*, v. 284, p. 108325, 2023.
- FERRAZ, L. L. *et al.* Land use changes and hydrological trend analysis in a Brazilian Cerrado basin. *International Journal of Environmental Science and Technology*, p. 1-14, 2022.
- FUNK, Chris *et al.* The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific data*, v. 2, n. 1, p. 1-21, 2015.
- UCHÔA, José Gescilam Sousa Mota *et al.* Implications of Widespread Streamflow Losses Across Brazil. In: AGU Fall Meeting Abstracts. 2024. p. H33T-04.
- GONÇALVES, Roger Dias; ENGELBRECHT, Bruno Zanon; CHANG, Hung Kiang. Evolução da contribuição do sistema aquífero Urucuia para o Rio São Francisco, Brasil. *Águas Subterrâneas*, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2018.
- GONÇALVES, Suellen Teixeira Nobre *et al.* Índices e metodologias de monitoramento de secas: uma revisão. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 36, n. 3 suppl, p. 495-511, 2021.
- GRIMM, Alice M.; ACEITUNO, Patricio. El niño, novamente!. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 30, n. 4, p. 351-357, 2015.
- GUO, Yi *et al.* Assessing socioeconomic drought based on an improved Multivariate Standardized Reliability and Resilience Index. *Journal of Hydrology*, [s. l.], v. 568, p. 904–918, 2019.
- HARRIS, Charles R. *et al.* Array programming with NumPy. *Nature*, v. 585, n. 7825, p. 357-362, 2020.
- MANTOVANI, E. C. *et al.* Estudo do Potencial Hídrico da Região Oeste da Bahia: Quantificação e Monitoramento da Disponibilidade dos Recursos do Aquífero Urucuia e Superficiais nas Bacias dos Rios Grande, Corrente e Carinhanha. Viçosa, MG. Available online: <https://aiba.org.br/wp-content/uploads/2020/>, v. 20, n. 02, 2019.
- MARENKO, José A.; CUNHA, Ana P.; ALVES, Lincoln M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. *Revista Climanálise*, v. 3, n. 1, p. 49-54, 2016.
- MCKINNEY, Wes *et al.* Data structures for statistical computing in Python. *SciPy*, v. 445, n. 1, p. 51-56, 2010.
- MEHRAN, Ali; MAZDIYASNI, Omid; AGHAKOUCHAK, Amir. A hybrid framework for assessing socioeconomic drought: Linking climate variability, local resilience, and demand. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, [s. l.], v. 120, n. 15, p. 7520–7533, 2015.
- MONITOR DE SECAS. 2025. Disponível em: <http://www.funceme.br/app-monitor/o-monitor-de-secas>. Acesso em: 30 mai. 2025.
- MUGGLER, C. C., CURI, N., SILVA, M. L. N., & DE LIMA, J. M. Características pedológicas de ambientes agrícolas nos chapadões do rio Corrente, sudoeste da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31(3), 221-232. 1996.

- MUKHERJEE, Sourav; MISHRA, Ashok; TRENBERTH, Kevin E. Climate Change and Drought: a Perspective on Drought Indices. *Current Climate Change Reports*, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 145–163, 2018.
- PECHLIVANIDIS, I. G. *et al.* Analysis of hydrological extremes at different hydro-climatic regimes under present and future conditions. *Climatic Change*, [s. l.], v. 141, n. 3, p. 467–481, 2017.
- POUSA, Raphael *et al.* Climate change and intense irrigation growth in Western Bahia, Brazil: The urgent need for hydroclimatic monitoring. *Water*, v. 11, n. 5, p. 933, 2019.
- RAPOSO, Vinícius de Matos Brandão; COSTA, Veber Afonso Figueiredo; RODRIGUES, André Ferreira. A review of recent developments on drought characterization, propagation, and influential factors. *Science of the Total Environment*, v. 898, p. 165550, 2023.
- RAZIEI, Tayeb. Revisiting the rainfall anomaly index to serve as a simplified standardized precipitation index. *Journal of Hydrology*, v. 602, p. 126761, 2021.
- RODRIGUES, André F. *et al.* Has unsustainable groundwater use induced low flow regimes in the Urucuia Aquifer System? An urgent call for integrated water management. *Journal of Environmental Management*, v. 370, p. 122979, 2024.
- SILVA, Andréa Leme Da *et al.* Water Appropriation on the Agricultural Frontier in Western Bahia and Its Contribution to Streamflow Reduction: Revisiting the Debate in the Brazilian Cerrado. *Water*, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1054, 2021.
- STAGGE, James H. *et al.* Candidate distributions for climatological drought indices (SPI and SPEI). *International Journal of Climatology*, v. 35, n. 13, p. 4027-4040, 2015.
- SVENSSON, Cecilia; HANNAFORD, Jamie; PROSDOCIMI, Ilaria. Statistical distributions for monthly aggregations of precipitation and streamflow in drought indicator applications. *Water Resources Research*, v. 53, n. 2, p. 999-1018, 2017.
- SVOBODA, Mark; HAYES, Michael; WOOD, Deborah. Standardized precipitation index: user guide. 2012.
- PAREDES-TREJO, F.J. BARBOSA, H.A. LAKSHMI KUMAR, T.V. (2017). Validating CHIRPS based satellite precipitation estimates in northeast Brazil. *Journal of Arid Environments*, 139, 26–40. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2016.12.009>.
- VAN LOON, Anne F. Hydrological drought explained. *WIREs Water*, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 359–392, 2015.
- VICENTE-SERRANO, Sergio M. *et al.* Accurate computation of a streamflow drought index. *Journal of Hydrologic Engineering*, v. 17, n. 2, p. 318-332, 2012.
- VIRTANEN, Pauli *et al.* SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature methods*, v. 17, n. 3, p. 261-272, 2020.
- WU, Jiefeng *et al.* A framework for assessing compound drought events from a drought propagation perspective. *Journal of Hydrology*, [s. l.], v. 604, p. 127228, 2022.