

AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS PLUVIOMÉTRICAS EM CUIABÁ-MT POR MEIO DO ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC)

Ryan da Silva Souza¹; Cristiano Gabriel Persch²; Diógenes de Sousa Leão³; Rafael Pedrollo de Paes⁴; Livia Angelina da Silva Borges⁵ & Mateus Oliveira Candido⁶

RESUMO – Este trabalho analisou as anomalias de precipitação no município de Cuiabá-MT, utilizando o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) como ferramenta de diagnóstico. Utilizou-se uma série histórica de 30 anos (1995-2024) de dados mensais e anuais obtidos da estação meteorológica. A metodologia consistiu no cálculo do IAC para classificação da intensidade dos períodos secos e úmidos e na correlação dos resultados com o fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS). Os resultados indicaram uma precipitação média anual de 1.420 mm, com tendência a oscilações mais extremas na última década. O ano de 2018 apresentou o maior pico de umidade (IAC 6,0 – Extremamente Úmido), enquanto 2020 registrou a maior severidade de seca (IAC -4,5 – Extremamente Seco). A correlação com o ENOS mostrou que anos de *El Niño* coincidiram com os maiores déficits hídricos, embora *La Niña* não tenha garantido excesso de chuvas. A análise mensal confirmou a forte sazonalidade da região, com déficits hídricos críticos entre junho e agosto. Os resultados reforçam a necessidade de gestão hídrica adaptativa diante do aumento da frequência de extremos climáticos em Cuiabá.

Palavras-Chave – ENOS, Sazonalidade e Eventos Extremos.

ABSTRACT– This study analyzed precipitation anomalies in the municipality of Cuiabá-MT, using the Rainfall Anomaly Index (RAI) as a diagnostic tool. A 30-year historical series (1995-2024) of monthly and annual data obtained from the meteorological station was used. The methodology consisted of calculating the RAI to classify the intensity of dry and wet periods and correlating the results with the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon. The results indicated an average annual rainfall of 1,420 mm, with a tendency towards more extreme oscillations in the last decade. The year 2018 presented the highest peak of humidity (RAI 6.0 – Extremely Wet), while 2020 recorded the greatest severity of drought (RAI -4.5 – Extremely Dry). The correlation with ENSO showed that El Niño years coincided with the greatest water deficits, although La Niña did not guarantee excess rainfall. Monthly analysis confirmed the region's strong seasonality, with critical water deficits between June and August. The results reinforce the need for adaptive water management in the face of the increasing frequency of extreme weather events in Cuiabá.

Key-words – ENSO, Seasonality and Extreme Events..

¹Engenheiro Sanitarista e Ambiental. E-mail: rvansilvasouza2015@hotmail.com

²Engenheiro Civil, Docente do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) e do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: cristiano.persch@ufmt.br

³Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Discente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (Mestrado), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: diogenesleao11@gmail.com

⁴Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Docente do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) e do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: rafaeldepas@gmail.com

⁵Discente de Graduação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), E-mail: liviaangelina@icloud.com

⁶Discente de Graduação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), E-mail: cpbmateus@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um desafio crescente para a engenharia, na medida em que intensificam as variáveis do ciclo hidrológico, com destaque para o aumento na frequência e na magnitude de eventos de chuvas intensas (IPCC, 2021). No contexto brasileiro, a forte dependência dos recursos hídricos — tanto para o abastecimento público quanto para a composição da matriz energética — torna imperativa a compreensão das variabilidades nos padrões de precipitação, elemento essencial para a garantia da segurança hídrica nacional (ANA, 2023). Nesse cenário, o município de Cuiabá ocupa uma posição geograficamente singular, situado na zona de transição entre o Cerrado e o Pantanal, o que lhe confere um regime pluviométrico marcadamente sazonal. Esse regime, por sua vez, encontra-se cada vez mais suscetível a perturbações decorrentes tanto de fenômenos climáticos de escala global quanto do acelerado processo de urbanização que caracteriza a expansão do município.

A cidade de Cuiabá, que se expandiu de maneira desordenada, tem enfrentado graves problemas de inundações urbanas nos meses de chuva e problemas sérios de abastecimento e qualidade do ar durante o período de seca (Menezes Filho; Amaral, 2014). Projetar infraestruturas baseando-se apenas em médias anuais torna-se um erro pois, ignorar os picos de vazão e confiar em estatísticas de estacionariedade, pode levar ao subdimensionamento (ou superdimensionamento ineficaz) de sistemas de drenagem (Tucci, 2012).

Diante dessa problemática, torna-se essencial a aplicação de métricas que quantificam o desvio da normalidade climatológica. Entre essas ferramentas, o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) destaca-se pela eficácia em classificar períodos secos e úmidos a partir de uma metodologia consolidada (Van Rooy, 1965; Freitas, 2010). A relevância desta pesquisa reside, portanto, na capacidade de converter dados históricos em indicadores estratégicos para a gestão de recursos hídricos e mitigação de desastres.

Nesse contexto, este trabalho pretende analisar a variabilidade pluviométrica de Cuiabá-MT por meio do IAC, utilizando uma série histórica de 30 anos (1995-2024). Especificamente, pretende-se realizar a caracterização climatológica local, estimar e categorizar as intensidades das anomalias observadas, avaliar a frequência e duração desses eventos, investigar a correlação entre os resultados do índice e a ocorrência de fenômenos *El Niño* e *La Niña*, discutindo os impactos dessas variações na gestão de riscos.

2. METODOLOGIA

A cidade de Cuiabá (Figura 1), está localizada nas coordenadas geográficas aproximadas de 15°36'24" S e 56°05'45" W com uma altitude média de cerca de 165 metros acima do nível do mar. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Tropical de Savana (Aw), caracterizado pela alternância bem definida entre duas estações: um verão chuvoso, que se estende de outubro a março, e um inverno seco, compreendido entre abril e setembro. A precipitação média anual é de aproximadamente 1500 mm, com maior intensidade nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média anual é de 27°C, sendo as médias mínima e máxima variando entre 21,8 °C e 33,4 °C conforme a normal climatológica de 1991 a 2020 (INMET, 2022).

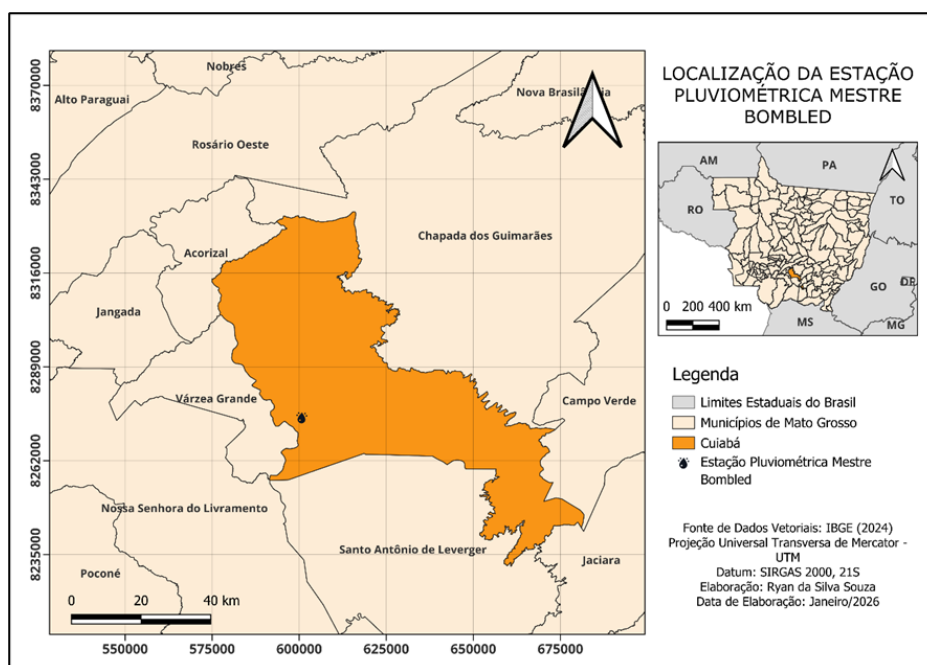


Figura 1 – Mapa de localização da Estação Pluviométrica.

Para a realização deste estudo, foram obtidos valores de chuva acumulados mensais da Estação Pluviométrica Mestre Bombled (localizada nas dependências da UFMT – coordenadas 15°36'25"S e 56°3'39"O), com duração de 30 anos, compreendendo o período de 1995 a 2024. O recorte temporal da série histórica compreendendo três décadas atende às diretrizes da Organização Meteorológica Mundial – OMM, que estabelece no mínimo 30 anos como o período padrão para a definição de normais climatológicas, permitindo que a análise estatística capture adequadamente os ciclos climáticos e a variabilidade natural da região (OMM, 2017).

Os dados foram submetidos as seguintes etapas sequenciais: tabulação mensal e anual, ordenação e seleção de extremos. Nesse último procedimento, procedeu-se à extração das variáveis fundamentais para alimentar as equações do cálculo do Índice de Anomalia de Chuva (IAC).

Inicialmente, calculou-se a Média Climatológica ($\bar{N}$) de toda a série histórica, obtida pela média aritmética das precipitações anuais dos 30 anos observados. Em seguida, foram segregados os subgrupos extremos para o cálculo das médias específicas, sendo os 10 menores valores anuais representando os anos de anomalias negativas mais severas (secas), utilizados para o cálculo da média das mínimas (X) e os 10 maiores valores anuais representando os anos de anomalias positivas extremas (cheias/superávit hídrico), utilizados para o cálculo da média das máximas (M). Esta metodologia de seleção dos "dez maiores" e "dez menores" dentro de uma série de 30 anos garante que o cálculo do índice seja calibrado pelos eventos mais representativos de extremos climáticos locais, conforme validado em outros estudos de variabilidade (Silva *et al.*, 2024; Marcuzzo *et al.*, 2011).

O IAC é um índice adimensional que permite comparar a magnitude dos desvios de precipitação em diferentes escalas temporais (mensal e anual) e em diferentes regimes climáticos (Araújo *et al.*, 2009). O cálculo segue o modelo original proposto por Van Rooy (1965), que divide a análise em duas situações: uma equação para quando chove acima da média (anomalias positivas) e outra para quando chove abaixo da média (anomalias negativas), conforme as equações a seguir:

Para anomalias positivas (quando $N \geq \bar{N}$):

$$IAC = + 3 \times \left(\frac{N - \bar{N}}{M - \bar{N}} \right) \quad (1)$$

Para anomalias negativas (quando $N < \bar{N}$):

$$IAC = - 3 \times \left(\frac{N - \bar{N}}{X - \bar{N}} \right) \quad (2)$$

Onde: N = Precipitação total do ano para o qual será gerado o IAC (mm); $\bar{N}$ = Média anual da série histórica (mm); M = Média das dez maiores precipitações da série histórica (mm) e X = Média das dez menores precipitações da série histórica (mm).

Após o cálculo, os resultados foram submetidos a um processo de classificação de intensidade. Utilizou-se como referência a padronização proposta por Freitas (2010), que adaptou as classes originais de Rooy para melhor representar as características climáticas das regiões tropicais brasileiras. Esta adaptação é validada e utilizada em estudos recentes, como o de Brito *et al.* (2018). A categorização divide os períodos em faixas que variam desde "Extremamente Seco" até "Extremamente Úmido", conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC).

Valor de IAC	Classificação (Intensidade)	Descrição do Impacto
$IAC \geq +4$	Extremamente Úmido	Excesso hídrico severo (risco de cheias)
+2 a +4	Muito Úmido	Chuvvas significativamente acima da média

Valor de IAC	Classificação (Intensidade)	Descrição do Impacto
0 a +2	Úmido	Chuvas dentro da normalidade ou ligeiramente acima
0 a -2	Seco	Chuvas dentro da normalidade ou ligeiramente abaixo
-2 a -4	Muito Seco	Déficit hídrico acentuado (seca meteorológica)
IAC $\leq$ -4	Extremamente Seco	Seca severa ou estiagem prolongada

Fonte: Adaptado de Freitas (2010) e Araújo *et al.* (2009).

Para correlacionar o IAC com o fenômeno de *El Niño* e *La Niña*, utilizou-se o *Oceanic Niño Index (ONI)* como indicador de intensidade. Os dados brutos, compreendendo o período de 1995 a 2024, foram obtidos junto à base de dados oficial da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA/CPC). A classificação da intensidade dos eventos foi realizada com base nos critérios estabelecidos pela NOAA/CPC (2022), conforme descrito por Gois *et al.*, (2023), e apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação da intensidade do fenômeno ENOS, segundo o ONI.

Eventos	Valor do ONI	Classe de Intensidade
<i>El Niño</i>	$\geq 2,00$	Muito Forte
<i>El Niño</i>	1,50 a 1,90	Forte
<i>El Niño</i>	1,00 a 1,40	Moderado
<i>El Niño</i>	0,50 a 0,90	Fraco
<i>La Niña</i>	-0,50 a -0,90	Fraca
<i>La Niña</i>	-1,00 a -1,40	Moderada
<i>La Niña</i>	-1,50 a -1,90	Forte

Fonte: De Gois *et al.*, (2023).

A caracterização da intensidade do ENOS foi realizada com base nos valores anuais do índice, obtidos a partir do cálculo da média aritmética dos valores mensais para cada ano analisado. Valores de ONI superiores a +0,5 °C foram associados à ocorrência de eventos de *El Niño*, enquanto valores inferiores a -0,5 °C indicaram eventos de *La Niña*. Já valores compreendidos entre -0,4 °C e +0,4 °C foram classificados como condição de neutralidade climática. Por fim, os índices médios anuais calculados foram representados em um gráfico de linhas, sobreposto ao gráfico de barras do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), permitindo a análise da influência do fenômeno na variabilidade pluviométrica local.

3. RESULTADO E DISCUSSÕES

A análise da série histórica (1995-2024) revelou uma precipitação média anual de 1420 mm, marcada por acentuada variabilidade interanual. O ápice pluviométrico ocorreu em 2018, com 1.984 mm (39,7% acima da média), enquanto o ano mais seco foi em 2020 com 1.018 mm (28,3% abaixo

da média). Observou-se que, no período entre 2014 e 2019, houve oscilações de até 600 mm entre anos consecutivos, evidenciando uma dificuldade recente de retorno à média histórica e uma tendência de permanência abaixo do patamar esperado nos últimos seis anos. Quanto à distribuição mensal, os dados confirmam a sazonalidade típica do clima Tropical de Savana (Aw), com uma divisão clara entre o período chuvoso (outubro a março) e o seco (abril a setembro). A precipitação concentra-se no semestre chuvoso, com picos médios em fevereiro e março (232 mm e 229 mm, respectivamente), contrastando severamente com o semestre seco, onde o volume reduz drasticamente a partir de abril.

O ponto crítico de estiagem ocorre em julho, com médias inferiores a 10 mm, momento em que o regime de chuvas é praticamente interrompido. Essa disparidade mensal demonstra que a média anual (~1420 mm) oculta extremos intra anuais severos: um período de elevada pluviosidade com riscos de inundações e outro de seca prolongada, que compromete a qualidade do ar e a gestão do abastecimento hídrico em Cuiabá. A aplicação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) permitiu converter os volumes brutos de precipitação em indicadores de intensidade, facilitando a identificação de eventos extremos. Conforme ilustrado na Figura 2, a série histórica de 30 anos (1995-2024) revela um regime pluviométrico de alta instabilidade, onde a variação entre períodos chuvosos e secos ocorre de forma muitas vezes brusca, distanciando frequentemente da normalidade climatológica.

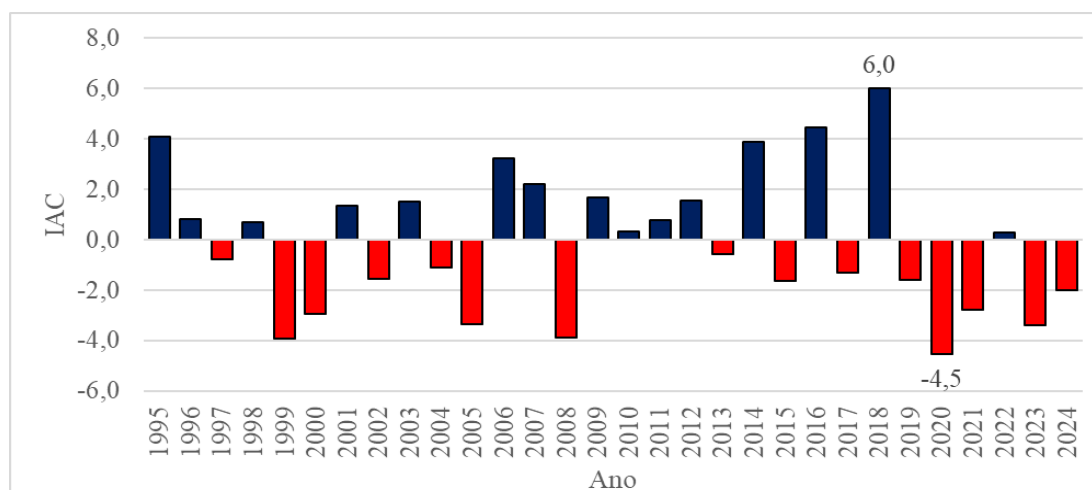


Figura 2 – Índice de Anomalia de Chuva (IAC) anual para o município de Cuiabá (1995-2024).

Ao relacionar os resultados com os critérios de classificação estabelecidos da Tabela 1, observa-se que o ano de 2018 registrou o pico máximo de umidade da série, com um IAC de 6,0, enquadrando-se na categoria de Extremamente Úmido. Esse valor representa um excesso hídrico, o que eleva significativamente o risco de cheias e a pressão sobre a infraestrutura de drenagem

urbana. Outros episódios classificados como Extremamente Úmidos ($IAC \geq +4$) ocorreram em 1995 e 2016, resultando em níveis de disponibilidade hídrica muito acima da normal climatológica.

No lado oposto, a ocorrência das anomalias negativas evidencia episódios críticos de escassez hídrica. O ano de 2020 apresentou o índice mais baixo de todo o histórico analisado, atingindo um IAC de -4,5, o que o classifica como Extremamente Seco. Essa marca reflete uma seca severa ou estiagem prolongada, capaz de comprometer o abastecimento público e aumentar a vulnerabilidade a queimadas na região. Além disso, a recorrência de anos na faixa de Muito Seco (IAC entre -2 e -4), como observado em 1999, 2000, 2005, 2008, 2021 e 2023, reforça a existência de um déficit hídrico que tem se tornado mais frequente nos últimos anos. É notável que, no intervalo entre 2019 e 2024, a maioria dos anos situou-se em classes de déficit (Seco a Extremamente Seco), o que compromete a recomposição do balanço hídrico regional.

Para entender melhor os motivos das secas e das chuvas extremas na capital, a Figura 3 faz um comparativo entre o IAC (barras) e a variação do *Índice Oceânico do Niño* (linha laranja). Essa relação mostra que os fenômenos globais influenciam o clima local, mas nem sempre de forma previsível.

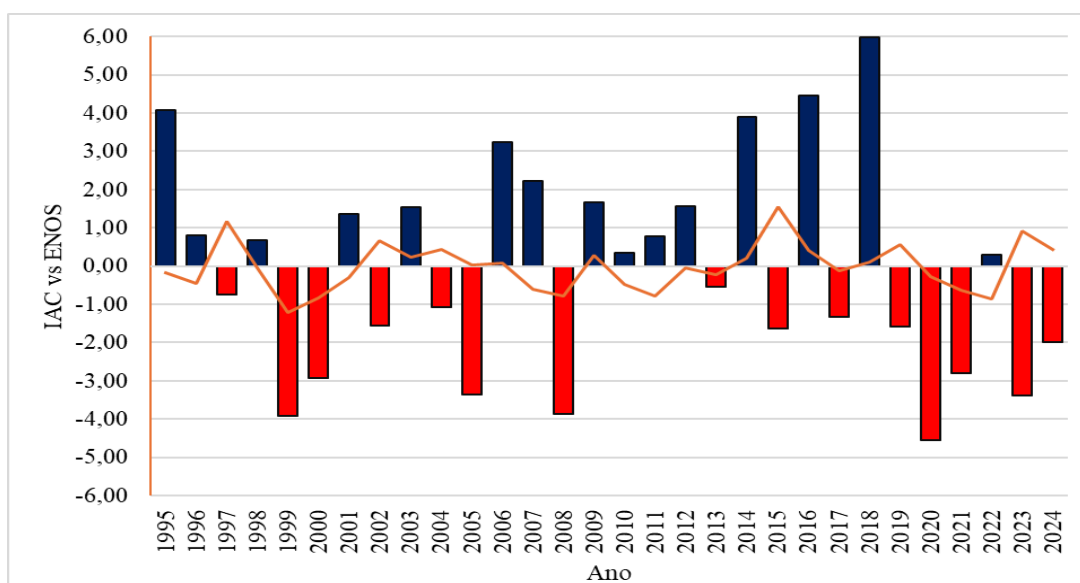


Figura 3 – IAC *versus* ENOS.

Olhando para os períodos em que a linha laranja sobe, indicando *El Niño*, percebe-se uma tendência de barras vermelhas no gráfico. Um exemplo recente é o ano de 2023, onde a linha laranja sobe de forma acentuada e o IAC caiu para -3,4, classificando o ano como Muito Seco. Esse padrão de falta de chuva se manifesta durante o *El Niño*. Por outro lado, quando a linha de cor alaranjada desce, indicando *La Niña*, o esperado seria o aumento das chuvas, mas o gráfico mostra situações diferentes. Em 1999 e no recorde negativo de 2020, mesmo com a linha indicando *La*

Niña, as barras do IAC foram intensamente vermelhas, chegando a -4,5 em 2020 (Extremamente Seco). Isso sugere que, nesses casos específicos, a seca em Cuiabá superou a tendência de umidade esperada para a *La Niña*, indicando a possível influência de fatores climáticos locais não captados pelo ONI.

Já os picos de chuva extrema, como o recorde de 2018 (IAC 6,0), aconteceram com a linha laranja próxima de zero, indicando neutralidade. Esse resultado indica que, nesse ano específico, o excesso hídrico não esteve associado a um evento de escala global, o que aponta para a relevância de fatores de circulação regional no regime de chuvas de Cuiabá, hipótese que estudos futuros com maior detalhamento de variáveis atmosféricas locais poderiam investigar.

Os extremos identificados na série também carregam implicações relevantes para a gestão hídrica e de saneamento da capital, ainda que sua quantificação direta não tenha feito parte do escopo deste estudo. Anos de excesso hídrico severo, como 2018, tendem a estar associados na literatura ao arraste de sedimentos, óleos e resíduos urbanos para o sistema de drenagem, com potencial de sobrecarregar as estações de tratamento de água (Tucci, 2012). Da mesma forma, os períodos de seca extrema, como o registrado em 2020, reduzem a vazão dos corpos hídricos, o que pode comprometer sua capacidade de autodepuração e concentrar a carga de esgotos lançados, elevando os riscos à qualidade da água bruta (Tucci, 2012). Esses mecanismos, amplamente descritos na literatura de hidrologia urbana, reforçam a relevância dos resultados do IAC como ferramenta de alerta para a gestão de riscos em Cuiabá, ainda que a confirmação empírica desses impactos específicos dependa de estudos complementares de qualidade da água.

A recorrência desses extremos sugere que a gestão hídrica em Cuiabá pode se beneficiar de abordagens que vão além de ações puramente emergenciais ou paliativas. Soluções baseadas na natureza, como parques lineares e pavimentos permeáveis, têm sido apontadas na literatura como alternativas capazes de favorecer a infiltração de água no solo e o amortecimento do escoamento superficial (Tucci, 2012), reduzindo a sobrecarga sobre o sistema de drenagem e contribuindo para a preservação dos mananciais a longo prazo.

4. CONCLUSÃO

A análise da série histórica de 30 anos (1995-2024) confirmou que o regime de chuvas em Cuiabá é bem definido, com a estação seca e a chuvosa bem-marcadas, conforme o esperado para o clima Tropical de Savana. Os dados mostraram variações interanuais bruscas, com anos próximos de 2.000 mm e outros próximos de 1.000 mm, evidenciando que a média histórica de 1.420 mm, isoladamente, não representa bem a variabilidade real do regime pluviométrico local.

O uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) mostrou-se uma ferramenta eficaz para traduzir esses volumes em categorias de intensidade, permitindo identificar com clareza os extremos opostos da série: o ano de 2018 como o mais úmido (IAC 6,0) e o ano de 2020 como o de seca mais severa (IAC -4,5). A correlação com o ONI indicou que os anos de *El Niño* coincidiram, em geral, com os maiores déficits hídricos, mas a ocorrência de secas severas também em anos de *La Niña* (como 1999 e 2020) mostra que o fenômeno ENOS, isoladamente, não explica toda a variabilidade observada, resultado que aponta para a possível relevância de fatores climáticos locais, cuja investigação específica não fez parte do escopo deste estudo. Adicionalmente, observou-se que, nos últimos cinco anos da série, houve predominância de índices negativos, indicando um período recente de déficit hídrico no município.

Esses resultados têm implicações relevantes para a gestão da água em Cuiabá. A predominância recente de anos secos, somada à ocorrência de eventos extremos em ambas as direções, sugere a necessidade de atenção contínua ao monitoramento hídrico local, para além do acompanhamento isolado dos fenômenos ENOS. Da mesma forma, a alternância entre anos de excesso e déficit hídrico reforça a importância de estratégias de gestão que considerem tanto os riscos de sobrecarga da infraestrutura de drenagem em anos chuvosos quanto os riscos ao abastecimento e à qualidade da água em anos secos. Recomenda-se que estudos futuros aprofundem a investigação desses impactos específicos sobre a infraestrutura urbana e a qualidade da água, de modo a subsidiar de forma mais robusta o planejamento da gestão hídrica na região.

5. REFERÊNCIAS

- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Impacto da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil. Brasília: ANA, 2023.
- ARAUJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Análise climática da bacia do rio Paraíba – índice de anomalia de chuva (IAC). Revista de Engenharia Ambiental, v. 6, n. 3, p. 508-523, 2009.
- BRITO, A. P. L. S. et al. Análise do índice de anomalia de chuva para a microbacia de Santa Maria/Cambiocó, RJ. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 1, p. 37-47, 2018.
- FREITAS, M. A. S. Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semiáridas. Revista Tecnologia, v. 19, n. 1, 2010.
- GOIS, G. de et al. A influência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) no índice de anomalia de chuvas do município de Viçosa (MG). Revista Brasileira de Climatologia, v. 33, n. 19, p. 278-311, 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas do Brasil: 1991–2020. Brasília: INMET, 2022.

IPCC. Resumo para formuladores de políticas. In: MASSON-DELMOTTE, V. et al. (ed.). Mudanças climáticas 2021: a base das ciências físicas. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 16, n. 4, p. 157-167, 2011.

MENEZES FILHO, F. C. M.; AMARAL, D. B. Histórico da expansão urbana e ocorrência de inundações na cidade de Cuiabá-MT. Sociedade & Natureza, v. 26, n. 1, p. 159-170, 2014.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Climate Prediction Center, 2022. Disponível em: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/>. Acesso em: 24 abr. 2026.

OMM – ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. State of the Global Climate 2024. Genebra: OMM, 2025.

SILVA, E. P.; AQUINO, D. S.; CORDEIRO, L. L. Tendências anômalas de chuvas anuais na Chapada Diamantina (BA). Caderno Pedagógico, v. 21, n. 8, 2024.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2012.

VAN ROOY, M. P. A rainfall anomaly index for drought analysis. Notos, v. 14, n. 1, p. 43-48, 1965.

AGRADECIMENTOS - Os autores agradecem ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, a Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia (FAET), e a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pelo apoio na realização deste trabalho.