III SIMPOSIO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA HUMANA
26 a 28 de agosto de 2026

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO CLIMA DE UMA CIDADE CLASSIFICADA COMO TROPICAL Aw.

Marcos Lázaro Guimarães[(1)]; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira[(2)]
(1) Mestre, Universidade do Estado de Mato Grosso, marcaolazaro@unemat.br
(2) Doutor(a), Universidade Federal de Mato Grosso, mcjanj@gmail.com

RESUMO

Este estudo analisa o comportamento espaço-temporal do clima de uma cidade localizada abaixo da linha do Equador, na latitude -15,6199, classificada climaticamente como Tropical Aw, segundo Köppen. A pesquisa considerou as variáveis precipitação acumulada mensal e temperatura média mensal do ar. O objetivo é verificar a coerência entre os padrões observados e as características esperadas para esse tipo climático. Foram utilizados dados meteorológicos da estação convencional do INMET nº 83361, abrangendo o período de 1995 a 2026. Metodologicamente, adotou-se uma abordagem descritiva e quantitativa, com organização dos dados em planilha eletrônica, tratamento de lacunas e elaboração de climograma. Os valores nulos foram corrigidos por imputação estatística controlada, utilizando média mensal histórica para temperatura do ar e mediana mensal histórica para precipitação, preservando a sazonalidade da série. Os resultados indicaram maior concentração pluviométrica em fevereiro, janeiro e março, nessa ordem. Os menores valores ocorreram em julho, junho e agosto, caracterizando a estação seca. A temperatura média variou de 23,96 °C, em julho, a 28,88 °C, em outubro.
Palavras-chave: clima Tropical Aw; precipitação; temperatura do ar; climograma.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, diversos estudos climáticos foram realizados em cidades do Hemisfério Sul, localizadas abaixo da linha do Equador, com foco na análise espaço-temporal de áreas classificadas como Tropical Aw, segundo Köppen. Este trabalho constitui uma etapa que possibilita a compreensão da dinâmica das variáveis meteorológicas – precipitação média mensal e temperatura média do ar – e de seus efeitos sobre os meios urbanos dessa região. A classificação climática de Köppen indica a predominância de temperaturas elevadas ao longo do ano, associadas à alternância entre uma estação chuvosa e uma estação seca bem definida (ROCHA *et al*., 2018; ABREU; HERNANDEZ, 2021).

A justificativa do trabalho está na necessidade de verificar se os dados mensais das variáveis climáticas confirmam, de forma estatística e gráfica, o padrão esperado para uma cidade de clima Tropical Aw. A compreensão do regime térmico e pluviométrico contribui para análises climáticas urbanas, planejamento ambiental, estudos de conforto térmico e definição de períodos adequados para coletas de campo e modelagens microclimáticas (ROCHA *et al*., 2018; RODRIGUES *et al*., 2022).

2. OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo geral analisar o comportamento climático de uma cidade localizada abaixo da linha do Equador e classificada, segundo Köppen, como Tropical Aw, por meio da série histórica mensal de precipitação acumulada e temperatura média do ar, no período de 1995 a 2026, a fim de verificar a coerência entre os padrões observados e as características climáticas esperadas para esse tipo climático.

3. MÉTODO

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, de abordagem quantitativa e fundamentada na análise de dados meteorológicos provenientes de website oficial de órgão do governo federal (RODRIGUES *et al*., 2022; CASTAGNA *et al*., 2024; SILVA *et al*., 2025; OLIVEIRA *et al*., 2026).

A série histórica analisada (1995 – 2026) segue a recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), que estabelece o uso de períodos de 30 anos para a definição de normais climatológicas, permitindo capturar a variabilidade de longo prazo e mitigar o efeito de anomalias anuais.

O acesso à base do INMET foi realizado por meio do portal oficial, utilizando-se o login institucional fornecido pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Na base de dados, realizou-se o mapeamento das variáveis de Precipitação Total Mensal e Temperatura Média Compensada Mensal.

Na plataforma do INMET, após o *login*, iniciou-se a consulta pela seleção do tópico correspondente aos dados mensais. Em seguida, foram definidos o tipo de estação convencional, a abrangência regional Centro-Oeste, a data inicial de 1º de janeiro de 1995, a data final de 30 de abril de 2026 e a estação convencional de Cuiabá/MT, nº 83361.

Após a solicitação de confirmação das informações dos dados no website do INMET, é encaminhado um e-mail para o endereço cadastrado no login inicial. Esse e-mail contém uma segunda confirmação da requisição dos dados das variáveis meteorológicas. Nele é necessário confirmar a solicitação por meio do link do BDMEP.

Em seguida, há a confirmação do início do processamento dos dados das variáveis. Após algum tempo, ocorre o envio, por e-mail, de um arquivo compactado contendo os metadados das variáveis em formato CSV. Os dados da planilha encontram-se em estado bruto, separados por médias mensais das variáveis de precipitação (mm) e temperatura do ar (°C).

Verificou-se que nem todos os registros apresentam dados válidos, havendo células com valores ausentes, identificados por "null". Na literatura, existem diferentes formas de corrigir e compensar as lacunas nulas das séries climáticas, para este trabalho, optou-se por fazer a imputação estatística controlada, com média/mediana climatológica mensal escolhida por tipo de variável e o modelo do padrão das falhas apresentadas na planilha.

A média/mediana climatológica mensal leva em consideração que o clima não se comporta de maneira homogênea durante todo o período do ano. Os climas classificados como Tropical Aw possuem sazonalidade bem definida, portanto, os meses possuem padrões climáticos diferentes no decorrer do ano. Há meses predominantemente chuvosos e meses predominantemente secos. Se for aplicada a média anual, os valores poderão se tornar pouco representativos e artificialmente distorcidos (SANTOS et al., 2024; BONIFÁCIO *et al*., 2025).

Nesse caso, o mais indicado é comparar cada mês com seu equivalente ao longo da série histórica estudada. Um dado de temperatura do ar ausente em janeiro deve ser comparado com base nos janeiros válidos, preservando o padrão sazonal da região e evitando possíveis distorções dos resultados, dessa forma, obteve-se a imputação estatística mensal de toda a série histórica.

Esse procedimento pode ser representado pelo modelo apresentado na equação 1 abaixo.

Equação 1 – Imputação Estatística

$$X_{m,a} = f(X_{m,1}, X_{m,2}, X_{m,3} \ldots X_{m,n})$$

Em que,

$X_{m,a}$ é o valor imputado para o mês "m" do ano "a";

f é a estatística utilizada, que pode ser a média ou a mediana;

$X_{m,1}, X_{m,2}, X_{m,3} \ldots X_{m,n}$ são valores válidos observados naquele mesmo mês ao longo dos demais anos da série;

Para a variável de comportamento contínuo e estatisticamente menos assimétrica, como é o caso da temperatura média do ar (°C), utilizou-se, para a compensação de valores nulos, a média mensal histórica, embora existam meses mais e menos quentes, a temperatura mensal não costuma apresentar variações expressivas como a precipitação, sendo que ao final obteve-se a substituição de valores ausentes por um valor estimado que representa o comportamento climatológico daquele mês em específico (ROCHA *et al*., 2018).

No entanto, para a variável de precipitação, utilizou-se a métrica de compensação de valores nulos por mediana, porque ela representa o valor central da distribuição depois que os dados são organizados em ordem crescente, pois a precipitação é uma variável que apresenta certa assimetria e irregularidade de valores, em determinado mês, podem ocorrer valores que representem um ciclo de chuvas mais intenso que o mesmo mês de outros anos. (RODRIGUES et al., 2022; SCHWAMBACK *et al*., 2024; BONIFÁCIO et al., 2025)

Um cuidado adotado neste trabalho foi verificar que o número de valores nulos era pequeno em relação aos valores válidos. Outro ponto observado foi a ausência de longas sequências de dados faltantes, bem como a inexistência de valores extremos capazes de comprometer a analise, dessa forma, assegura-se que a métrica de compensação por média e mediana pode ser aplicada, sem distorções significativas que inviabilizem a análise ou invalidem os resultados encontrados.

Após a identificação dos valores nulos e a inserção dos valores imputados nos campos correspondentes da planilha, passou-se à fase de análise dos dados e de elaboração do gráfico. Esse

procedimento, realizado na plataforma Excel®, pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Procedimentos no Excel®

	Comando	Resposta
Excel®	Coluna A	dados referente as datas
	Coluna B	dados originais de temperatura do ar do INMET (°C)
	Coluna C	dados de temperatura do ar corrigidos pela média mensal histórica (°C)
	Coluna D	dados originais de precipitação do INMET (mm)
	Coluna E	dados de precipitação corrigidos pela mediana mensal histórica (mm)
	=SE(OU(B2="";B2="null");ARRED(MÉDIA(FILTRO($B:$B;(MÊS($A:$A)=MÊS(A2))*ÉNÚM($B:$B)));2);B2)	os valores nulos da variável temperatura do ar foram preenchidos por meio da média mensal histórica da própria série.
	=SE(OU(D2="";D2="null");ARRED(MED(FILTRO($D:$D;(MÊS($A:$A)=MÊS(A2))*ÉNÚM($D:$D)));2);D2)	calculou-se a mediana dos valores válidos correspondentes ao mesmo mês ao longo dos anos analisados
	PLAN2	organização da planilha original, separando apenas as colunas com dados válidos e copiando em outra aba
	Planilha Dinâmica	seleciona-se o intervalo da tabela (Plan1!$B$3:$D$380) e escolhe-se uma nova planilha, na qual será inserido o relatório da Tabela Dinâmica.
	PLAN3	organização da nova tabela com os dados das variáveis e das datas
	DATA	inserção da data na coluna A, no campo da área de Linhas. As datas foram inicialmente apresentadas pelo último dia de cada mês e, posteriormente, agrupadas por mês: jan., fev., mar. Etc.
	PPT	inserção da variável precipitação na coluna B, na área de Valores. Inicialmente, os dados são apresentados como soma de valores, devendo ser alterados para média mensal de precipitação (mm)
	TEMPar	inserção da variável temperatura do ar na coluna C, na área de Valores. Inicialmente, os dados são apresentados como soma de valores, devendo ser alterados para média mensal da temperatura do ar (°C)
	Diminuir Casas Decimais	os dados gerados apresentam de seis a sete casas decimais após a vírgula. Por convenção, manteve-se apenas uma casa decimal
	Gráfico	selecionam-se as colunas A, B e C e, em seguida, utiliza-se a opção “Inserir gráfico”. Para este caso, optou-se pelo gráfico combinado
	Gráfico Combinado	a precipitação (mm) foi representada por colunas, enquanto a temperatura do ar (°C) foi representada por linha
	Tratamento do gráfico	Foram ocultados os botões do campo do gráfico; inseridos os títulos dos eixos; posicionada a legenda na parte inferior; ajustados os limites dos eixos; configurada a linha da temperatura do ar com cor preta, espessura de 1,25 ponto e marcador circular; e configuradas as colunas de precipitação com cor preta e bordas

No gráfico, a temperatura do ar (°C) foi representada por linha no eixo vertical primário, enquanto a precipitação (mm) foi representada por coluna no eixo vertical secundário. No eixo horizontal, foram distribuídos os meses do ano.

Inicialmente, os dados brutos advindos do website do INMET, foram preservados em uma aba específica (DADOS), como forma de manter sua integridade e possibilitar o acesso e as devidas correções, quando necessárias. Os registros de dados ausentes foram identificados e tratados em uma aba nova (PLAN1), com critérios distintos de imputação para precipitação e temperatura do ar.

4. RESULTADOS

A estação meteorológica nº 83361, localizada na latitude -15,6199 e longitude -56,1088, corresponde a uma área classificada como clima Tropical Aw, segundo Köppen. Para o período de 1º de janeiro de 1995 a 30 de abril de 2026, foram organizados, em planilhas eletrônicas, os metadados das variáveis temperatura média mensal do ar (°C) e precipitação acumulada mensal (mm). A série de dados analisada apresentou 377 registros mensais. Foram identificados 32 registros de precipitação igual a 0 mm, com relação aos dados nulos “null”, a coluna de precipitação apresentou 29 células sem registro, enquanto a temperatura do ar apresentou 36 células.

Com os dados tratados, foi possível elaborar o climograma, referente às variáveis de temperatura do ar e precipitação, considerando o período temporal de aproximadamente 30 anos, conforme orienta a comunidade científica, conforme apresentado no gráfico 1.

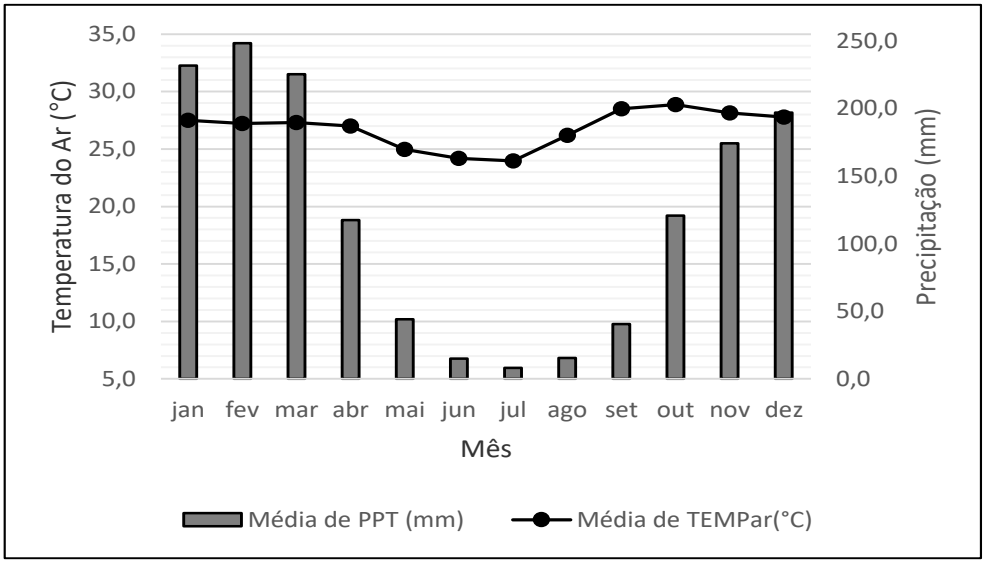


Gráfico 1 - Climograma de médias mensais do período 1995-2026

O gráfico permite verificar a grande assimetria e a sazonalidade anual da precipitação. Os maiores valores médios mensais ocorreram em fevereiro, janeiro e março, com 248,22 mm, 231,82 mm e 225,37 mm respectivamente, indicando maior concentração de chuvas no primeiro trimestre do ano, esses valores marcam o verão chuvoso. No entanto, os menores valores para dessa variável ocorrem em julho, junho e agosto, com 8,12 mm, 15,09 mm e 15,50 mm respectivamente, caracterizando claramente o período seco, predominante na estação de inverno, característico do Sistema de Monção da América do Sul (SAMS) e do deslocamento para sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A diferença entre os meses mais chuvosos e os meses mais secos é expressiva e confirma a premissa de que a precipitação não deve ser analisada apenas por médias anuais gerais, pois a variação mensal é um componente central da dinâmica climática local. Os meses de transição também apresentam relevância climática. Abril e maio indicam a redução progressiva das chuvas após o período chuvoso, enquanto setembro, outubro e novembro marcam a passagem da estação seca para a estação chuvosa.

A temperatura do ar apresentou uma dinâmica distinta, os menores valores ocorreram no meio do ano, especialmente em julho, com 23,96 °C. Essa queda de temperatura pode estar associada ao período seco e à atuação de massas de ar mais frias em determinados episódios. Já os maiores valores ocorreram na transição entre o final da seca e o início das chuvas, indicando o aumento da carga térmica antes da regularização das chuvas, com destaque para setembro, outubro e novembro; o mês de outubro apresentou a maior média térmica, com 28,88 °C, seguido de setembro, com 28,51 °C, e novembro, com 28,14 °C. A amplitude térmica média anual observada foi de aproximadamente 4,92 °C, considerando a diferença entre a maior média mensal, registrada em outubro, com 28,88 °C, e a menor média mensal, registrada em julho, com 23,96 °C. Esse resultado indica que, embora haja variação térmica ao longo do ano, a temperatura apresenta comportamento mais estável quando comparada à precipitação. (ROCHA *et al*., 2018; RODRIGUES *et al*., 2022; SILVA *et al*., 2024; SANTOS *et al*., 2024).

5. CONCLUSÕES

O trabalho cumpriu o objetivo de realizar a análise climatológica de uma cidade localizada abaixo da linha do Equador, na latitude -15,6199. Os resultados obtidos por meio da organização da planilha e da análise gráfica confirmam a coerência dos dados com a classificação climática Tropical Aw, segundo o sistema de Köppen. Essa classificação é caracterizada por temperaturas elevadas ao longo do ano e por forte contraste sazonal entre uma estação chuvosa, concentrada nos meses de verão, e uma estação seca bem definida, predominante no inverno. A análise confirma que a classificação de Köppen não é apenas uma informação descritiva geral, mas um critério fundamental para interpretar os dados climáticos. Apesar da consistência dos resultados, é importante destacar que a análise foi realizada com dados mensais, o que permite identificar padrões sazonais gerais, mas não captura eventos extremos de curta duração, como ondas de calor, chuvas intensas concentradas em poucos dias ou variações horárias de temperatura e umidade. Dessa forma, estudos complementares com dados diários ou horários podem ampliar a compreensão da dinâmica climática local, especialmente em aplicações voltadas ao conforto térmico urbano e à modelagem microclimática. A forte redução das chuvas no inverno e o aumento expressivo da temperatura no final da seca reforçam a importância de estratégias urbanas baseadas em infraestrutura verde e azul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. A. S.; HERNANDEZ, F. B. T. Balanço hídrico climatológico normal e sequencial do município de Pereira Barreto - SP como auxílio para o planejamento da agricultura irrigada. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial - Sudeste, v. 1, n. 3, p. 530-545, dez. 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2021v1n3p530-545. Disponível em: https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4390. Acesso em: 8 mar. 2026.

BONIFÁCIO, A. D. S.; TAVELLA, R. A.; BRUM, R. D. L.; SILVEIRA, G. D. O.; FERNANDES, R. C.; SCURSONE, G. F.; MACHADO, R. A.; DAMATTI, D. F.; DA SILVA JÚNIOR, F. M. R. Evaluating machine learning models for particulate matter prediction under climate change scenarios in Brazilian capitals. **Atmosphere**, Basel, v. 16, n. 9, artigo 1052, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/atmos16091052. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4433/16/9/1052. Acesso em: 9 maio 2026.

CASTAGNA, D.; BARBOSA, L. S.; MARTIM, C. C.; PAULISTA, R. S. D.; MACHADO, G. N. G.; BIUDES, M. S.; SOUZA, A. P. Evapotranspiration assessment by remote sensing in Brazil with focus on Amazon biome: scientometric analysis and perspectives for applications in agro-environmental studies. **Hydrology**, Basel, v. 11, n. 3, artigo 39, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/hydrology11030039. Disponível em: https://www.mdpi.com/2306-5338/11/3/39. Acesso em: 18 abr. 2026.

OLIVEIRA, M. F.; CASTRO, C. F. S.; COUTO, B. O. C.; OLIVEIRA, R. M. S. F. Global solid waste management and climate-relevant innovations: a scientometric assessment (2014-2024). **Sustainable Chemistry for Climate Action**, v. 8, artigo 100181, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scca.2025.100181. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772826925001269. Acesso em: 18 abr. 2026.

ROCHA, A. R.; NOVAIS, J. W. Z.; SOUZA, R. D.; SANTOS, A. R. C.; ALEIXES, V. F. Caracterização da variabilidade climática em Diamantino/MT, Brasil, no período de 1987 a 2017. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 69, jun. 2018. DOI: 10.18677/EnciBio_2018A7. Disponível em: https://www.conhecer.org.br/enciclop/2018a/agrar/caracterizacao%20da.pdf. Acesso em: 8 mar. 2026.

RODRIGUES, L. G.; MOREIRA, P. B. A.; SANTOS, L. F. S.; TEIXEIRA, Y. N.; FIRMINO, P. R. A.; OLIVEIRA, C. C. F. Balanço hídrico e classificação climática para estação meteorológica do Cariri. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 15, n. 2, p. 618-633, 2022. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.2.p618-633. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/251297. Acesso em: 10 mar. 2026.

SANTOS, L. D. C.; FIGUEIRÓ, L. S. D. P.; BENDER, F. D.; JOSÉ, J. V.; SANTOS, A. V.; ARAUJO, J. E.; MACHADO, E. L. M.; DA SILVA, R. S.; COSTA, J. D. O. Unveiling climate trends and future projections in Southeastern Brazil: a case study of Brazil's historic agricultural heritage. **Sustainability**, Basel, v. 16, n. 11, artigo 4811, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su16114811. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/16/11/4811. Acesso em: 9 maio 2026.

SCHWAMBACK, D.; BRANDÃO, A. R. A.; BERTOTTO, L. E.; BERNDTSSON, R.; ZHANG, L.; WENDLAND, E.; PERSSON, M. Quantifying soil loss in the Brazilian Savanna ecosystem: current rates and anticipated impact of climate changes. **Land Degradation & Development**, v. 35, p. 5786-5803, 2024. DOI: https://doi.org/10.1002/ldr.5331. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.5331. Acesso em: 16 maio 2026.

SILVA, A. N. D.; WOLLMANN, C. A.; IENSSE, A. C.; HOPPE, I. L.; BAUMHARDT, O. D. F.; WRITZL, L.; COSTA, I. T.; GOBO, J. P. A.; GALVANI, E.; MATZARAKIS, A. Assessing the relationship between urban heat islands and local climate zones during a winter period in the coastal city of Balneário Camboriú/SC, Brazil. **Atmosphere**, Basel, v. 15, n. 10, artigo 1171, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/atmos15101171. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4433/15/10/1171. Acesso em: 16 maio 2026.

SILVA, J. R.; SANTOS, A. M.; GOMES, R. A. Unidades de conservação em áreas urbanas: uma revisão de literatura. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 19, n. 3, p. 238-264, dez. 2025. DOI: https://doi.org/10.5216/ag.v19i3.82238. Disponível em: https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/82238. Acesso em: 10 mar. 2026.