

CAPÍTULO 7

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS POR MEIO DE UMA ESTAÇÃO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



<https://doi.org/10.22533/at.ed.961112518037>

Data de submissão: 26/05/2025

Data de aceite: 06/06/2025

Leandro Monteiro Navarro

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0009-0008-4872-4100>

Juliane Samara da Costa Dias

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0009-0002-4869-5326>

Breno Rodrigues de Miranda

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0009-0001-0440-9001>

Matheus Lima Rua

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0000-0002-5184-0726>

Joshuan Bessa da Conceição

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0009-0008-7615-634X>

Miguel Gabriel Moraes Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0009-0001-8221-3143>

Samilly Lisboa Gomes

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0009-0000-2746-0021>

Gabriel Siqueira Tavares Fernandes

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0000-0002-0781-1696>

Luis Roberto da Trindade Ribeiro

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0000-0002-7115-6411>

Adriano Marlism Leão de Sousa

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0000-0002-2809-5318>

Mateus Diógenes Pantoja Aguiar

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0009-0003-9460-0321>

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - PA
<https://orcid.org/0000-0003-4748-1502>

RESUMO: Objetivou-se analisar os dados da temperatura do ar (máxima, mínima e média), umidade relativa, precipitação pluviométrica, velocidade e direção do vento, por meio de uma Estação Meteorológica (EM). A EM está localizada na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Sede, no município de Belém, Pará ($1^{\circ} 27' 17''$ S, $48^{\circ} 26' 7''$ W, 11 m). A série temporal utilizada correspondeu ao período de 01/01/2021 a 31/12/2024. Os equipamentos utilizados para a coleta dos dados foram: termômetros de máxima (Incoterm 5167, Incoterm, Porto Alegre, Brasil), mínima (Incoterm 5169, Incoterm, Porto Alegre, Brasil), termo-anemômetro (TAD-500, Instrutherm, São Paulo, SP, Brasil), monitor de vento (RM Young 05106, Marine Wind Monitor, RM Young, Traverse City, MI, EUA) e pluviômetro (IPL002, Ville de Paris, São Paulo, SP, Brasil). Avaliou-se possíveis diferenças nas variáveis meteorológicas durante o período chuvoso (dezembro a maio) e menos chuvoso (junho a novembro). A análise dos dados indicou haver diferenças significativas ($p < 0,05$) para todas as variáveis meteorológicas avaliadas, corroborando o padrão climatológico de Belém com o período mais chuvoso como sendo o mais frio menos ventilado e o menos chuvoso como o mais quente e com maior intensidade de vento. Por fim, além da aplicação para fins de pesquisa, os resultados do presente trabalho podem ser aproveitados para o planejamento e realização de atividades acadêmicas, visto que os dados corroboram a literatura, demonstrando uma confiabilidade nos dados da estação meteorológica – UFRA.

PALAVRA-CHAVE: Monitoramento meteorológico; Variação sazonal; Padrão climático.

ANALYSIS OF WEATHER CONDITIONS USING A STATION AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF RURAL AMAZON

ABSTRACT: The objective was to analyze air temperature data (maximum, minimum, and average), relative humidity, precipitation, wind speed and wind direction using a Meteorological Station (EM). The EM is located at the Federal Rural University of Amazonia (UFRA), Main Campus, in the municipality of Belém, Pará ($1^{\circ} 27' 17''$ S, $48^{\circ} 26' 7''$ W, 11 m). The time series used corresponded to the period from 01/01/2021 to 31/12/2024. The equipment used for data collection included: maximum thermometers (Incoterm 5167, Incoterm, Porto Alegre, Brazil), minimum thermometers (Incoterm 5169, Incoterm, Porto Alegre, Brazil), thermo-anemometer (TAD-500, Instrutherm, São Paulo, SP, Brazil), wind monitor (RM Young 05106, Marine Wind Monitor, RM Young, Traverse City, MI, USA), and rain gauge (IPL002, Ville de Paris, São Paulo, SP, Brazil). Possible differences in the meteorological variables were evaluated during the rainy period (December to May) and the less rainy period (June to November). Data analysis indicated significant differences ($p < 0.05$) for all the meteorological variables assessed, confirming the climatic pattern of Belém, with the雨iest period being the coldest and least windy, and the least rainy period being the hottest with higher wind intensity. Finally, in addition to its application for research purposes, the results of this study can be used for planning and conducting academic activities, as the data corroborate the literature, demonstrating the reliability of the data from the meteorological station – UFRA.

KEYWORDS: Weather monitoring; Seasonal variation; Climate pattern.

INTRODUÇÃO

As estações meteorológicas são responsáveis por captar e registrar dados atmosféricos em um determinado local, desempenhando um papel essencial no monitoramento do clima e na previsão do tempo (SILVA; SOUSA, 2024). Os principais parâmetros comumente medidos são a temperatura do ar, umidade relativa, precipitação pluviométrica, velocidade e direção do vento (ALMEIDA; DA SILVA FUZZO; FISCHER FILHO, 2021; NAVARRO et al., 2022).

Quanto ao seu funcionamento, as estações meteorológicas podem ser classificadas em diferentes tipos, sendo as sinóticas voltadas para a observação e previsão do tempo em tempo real, fundamentais para a emissão de boletins meteorológicos e alertas climáticos, enquanto as climatológicas são destinadas à coleta e análise de informações a longo prazo, auxiliando na compreensão das mudanças climáticas e na formulação de políticas ambientais (SILVA et al., 2015).

Além disso, essas estações podem ser categorizadas em convencionais e automáticas: as estações convencionais exigem a presença de observadores treinados para realizar as leituras e o registro dos dados em horários específicos, enquanto as automáticas operam de forma independente, utilizando sensores acoplados a um sistema eletrônico (*datalogger*) para armazenamento contínuo das informações obtidas (PERAZZI et al., 2021).

As informações advindas das estações meteorológicas, associadas a pesquisa científica, são essenciais para o estudo das mudanças climáticas, da variabilidade do clima e de fenômenos meteorológicos extremos, permitindo uma melhor compreensão da dinâmica atmosférica e seus impactos ambientais (SILVA; NASCIMENTO, 2024).

Na agricultura, os dados coletados auxiliam no planejamento das atividades agrícolas, prevendo perdas causadas por secas, geadas, excesso de chuvas ou outros eventos climáticos adversos, contribuindo para a segurança alimentar e a sustentabilidade da produção (CARVALHO et al., 2021). Além disso, as estações meteorológicas são fundamentais para a aviação fornecendo informações sobre visibilidade, ventos e outras condições que afetam a segurança dos voos (CÂMARA; BECHEPECHE, 2020).

Na área da hidrologia, esses dados ajudam a monitorar o regime de chuvas e a prever enchentes, facilitando o gerenciamento de recursos hídricos (PEREIRA FILHO et al., 2020). Também são essenciais para a gestão de desastres naturais, permitindo o desenvolvimento de sistemas de alerta precoce para fenômenos como tempestades severas, deslizamentos de terra e incêndios florestais (FLORES et al., 2017).

Na região Amazônica, o monitoramento meteorológico é crucial para a compreensão dos padrões climáticos e seus impactos nos ecossistemas locais, especialmente em instituições de ensino e pesquisa como a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). A coleta e análise contínua de dados meteorológicos contribuem para o avanço das pesquisas científicas, possibilitando estudos mais aprofundados sobre o clima local e seus efeitos na biodiversidade, nos recursos hídricos e na produtividade agrícola. Assim, o uso de uma estação meteorológica na UFRA não apenas fortalece o ensino e a pesquisa, mas também auxilia na construção de soluções sustentáveis para os desafios climáticos da região Amazônica.

Dessa forma, o presente trabalho busca analisar as condições meteorológicas na Universidade Federal Rural da Amazônia, obtidas através por meio do uso de uma estação meteorológica convencional durante o período de 4 anos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com o auxílio de uma estação meteorológica localizada na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Sede, no município de Belém, Pará (Figura 1) ($1^{\circ} 27' 17''$ S, $48^{\circ} 26' 7''$ W, 11 m). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região metropolitana de Belém é caracterizada predominantemente como tipo climático tropical chuvoso, anualmente possuindo uma baixa amplitude térmica, com precipitações médias mensais superiores a 60 mm, ou seja, tipo Af (ALVARES et al., 2013). Ademais, a ocorrência das precipitações define dois períodos distintos: o chuvoso, que se estende de dezembro a maio, e o menos chuvoso, entre junho a novembro (INMET, 2022; DE SOUZA et al., 2021). O solo da área de estudo é classificado como Plintossolo álico, com argila de baixa atividade, horizonte A moderado, textura média, presença de gramíneas e relevo plano. (SANTOS, 1983). A estação meteorológica foi instalada em 07 de maio de 2018, mas apenas nos últimos anos conseguiu manter uma rotina de observações e um banco de dados continuo.

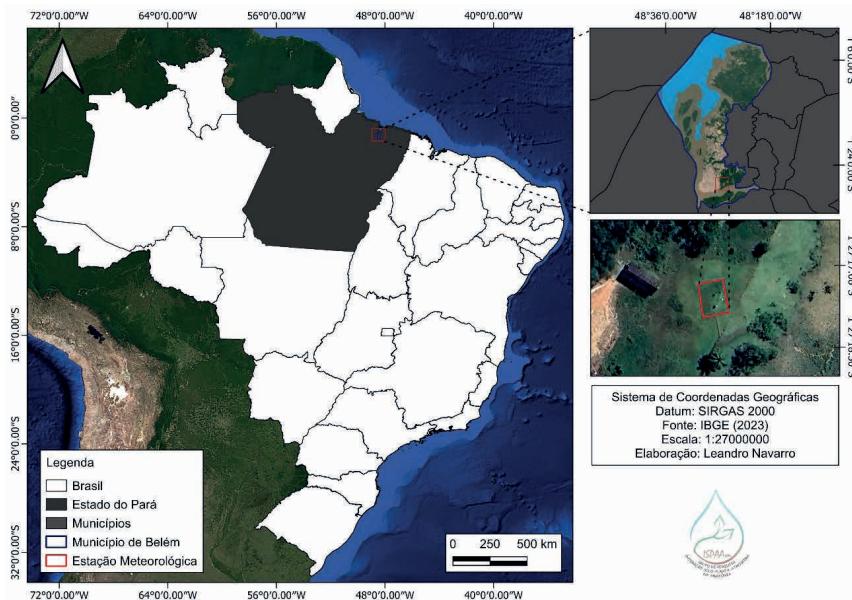


Figura 1 – Localização da Estação Meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Fonte: IBGE, 2023.

Na área de estudo, há dois tipos de estações meteorológicas: estação meteorológica convencional (EMC), que necessita da presença diária de um observador, sendo esse o profissional qualificado para a coleta de dados, e uma estação meteorológica automática (EMA), equipada com sensores programados e conectados a um *datalogger* (CR10X, Campbell Scientific, Inc., Logan, UT, EUA) e (HOBO U30 USB Station, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA).

Os equipamentos utilizados para a coleta dos dados foram: termômetros de temperatura máxima (Incoterm 5167, Incoterm, Porto Alegre, Brasil) e mínima (Incoterm 5169, Incoterm, Porto Alegre, Brasil), termo-anemômetro (TAD-500, Instrutherm, São Paulo, SP, Brasil), monitor de vento (RM Young 05106, Marine Wind Monitor, RM Young, Traverse City, MI, EUA) e pluviômetro (IPL002, Ville de Paris, São Paulo, SP, Brasil). Entretanto, devido à avaria de equipamento no monitoramento da EMC, foi obtido a partir da EMA, dados de temperatura mínima através de um termo-higrômetro.

Em âmbito mundial, o horário das observações nas estações meteorológicas convencionais considera para a coleta dos dados, o Tempo Universal Coordenado (UTC) ou Tempo Médio de Greenwich (TMG), com três observações por dia às 12TMG, 18TMG e 24TMG, porém, devido a diferença entre o horário mundial e o horário nacional (BRT), as observações no Brasil são realizadas às 09h, 15h e 21h (MAPA, 2024). Entretanto, devido à estação meteorológica – UFRA estar localizada dentro de uma instituição de ensino e a observação depender dos horários dos estagiários do laboratório de agrometeorologia, as leituras são realizadas às 9h e 15h (horário local).

O período das observações analisado iniciou em 01 de janeiro de 2021 e teve seu término em 31 dezembro 2024, possibilitando uma avaliação sazonal. Os procedimentos de coleta e divulgação dos dados da estação meteorológica – UFRA, incluem a elaboração de boletins diários disponibilizados no *website* do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH). Ademais, a estação tem função multidisciplinar, visto que, além da divulgação de dados meteorológicos para a comunidade acadêmica, há também, o treinamento de estudantes dos cursos de engenharia florestal e agronomia.

O cálculo dos valores médios seguiu metodologia padronização pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e os boletins do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Adotou-se as médias mensais (totais) para a representação da variabilidade da temperatura, umidade relativa do ar (UR) às 9h e velocidade do vento. A média mensal (total) foi obtida com base nos valores diários de $T_{\text{máx}}$ e T_{min} . A temperatura média do ar foi obtida em função dos valores extremos registrados diariamente e a sua média mensal gerada em função dos valores diários. A média para os dados referentes a UR_{9h} e velocidade do vento foram obtidas através da Equação 1.

$$\text{Média} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Onde xi é o conjunto de dados e n é o número total de elementos no conjunto.

Com o objetivo de avaliar possíveis diferenças nas variáveis meteorológicas obtidas, durante o período chuvoso e menos chuvoso da região, aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e devido os dados não atenderem às premissas de distribuição normal, foi necessário a aplicação de métodos estatísticos paramétricos. O teste de homocedasticidade de Bartlett foi realizado para avaliar a igualdade de variâncias entre os períodos. Em seguida, o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar se havia diferenças significativas entre as medianas. Por fim, foram realizadas comparações em pares utilizando o teste de Wilcoxon com correção de Bonferroni. Para a análise de dados foi utilizado o *software Microsoft Excel*, e as análises estatísticas foram efetuadas com o *software R 4.2.1* (R Core Team, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variabilidade mensal da temperatura do ar (máxima, mínima e média) é apresentada na Figura 2, onde se constata uma média diária na escala mensal de 27,7 °C ($\pm 0,13$). Durante o período analisado, a temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$), oscilou de 31,8 °C a 34,6 °C ($\pm 0,28$), enquanto a temperatura mínima (T_{min}) variou de 21,4 °C a 22,9 °C ($\pm 0,13$). O valor mínimo de temperatura encontrado, foram de 21,4 °C, e o valor máximo, 34,6 °C, correspondendo aos meses de agosto e outubro, respectivamente.

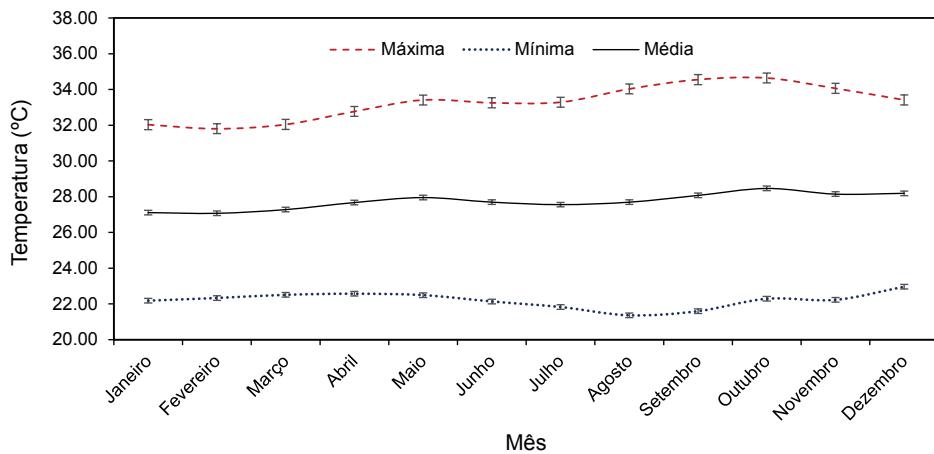


Figura 2 – Média mensal das temperaturas máxima, média e mínima na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Fonte: Autores, 2025.

A temperatura do ar observada durante o período chuvoso (PC) e menos chuvoso (PMC) apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) para todas as variáveis de T_{ar} . Para a $T_{\text{máx}}$, nota-se que os valores são acentuados na presença de menores índices hídricos, o mesmo padrão se repete para a $T_{\text{méd}}$ (Figura 3A e Figura 3B). O inverso ocorre para a T_{min} , com maiores valores durante o período chuvoso da região (Figura 3C).

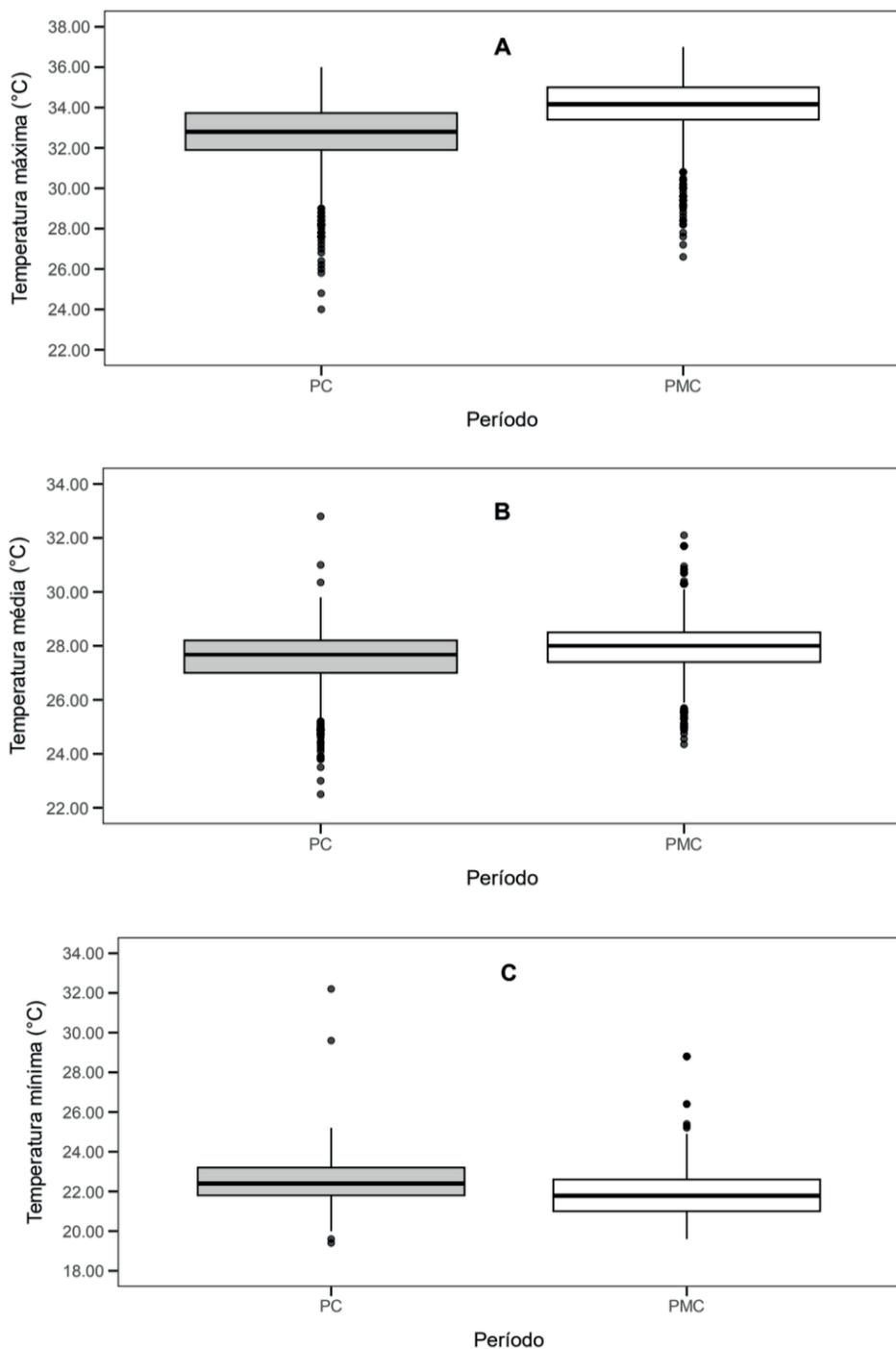


Figura 3 – Boxplot da temperatura máxima (A), temperatura média (B) e temperatura mínima (C) na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Fonte: Autores, 2025.

A variação das temperaturas durante os períodos chuvoso e menos chuvoso também foi encontrada por Sousa, Nobre e Andrade (2025), onde os autores buscaram investigar as condições climáticas de 2021 em Belém. Através de diferentes arquivos climáticos, puderam obter variações na $T_{\text{máx}}$ e T_{min} semelhantes durante os diferentes períodos da região.

Na Figura 4, a umidade relativa do ar (UR) média do mês lida às 09 horas da manhã apresentou para o período chuvoso, variações entre 85,1% a 87,6%, enquanto no período menos chuvoso, a umidade oscilou de 79,0% a 83,0% na escala mensal. A maior UR ocorre no PC, sendo esse resultado influenciado por outros elementos climáticos, como o aumento da precipitação e a redução da temperatura do ar.

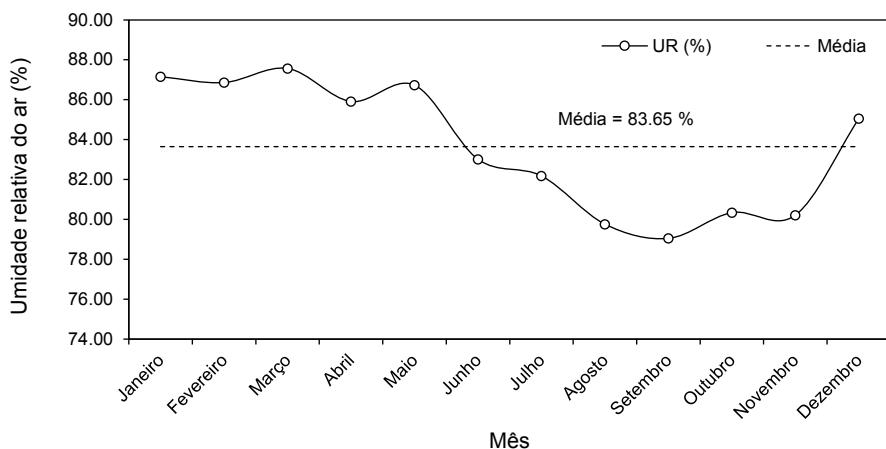


Figura 4 – Média mensal da umidade relativa às 9h na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Fonte: Autores, 2025.

Durante o período menos chuvoso, observa-se uma redução significativa na umidade relativa monitorada no início do dia, devido ao aumento da temperatura e à redução das chuvas. O valor mínimo de umidade relativa encontrado no início do dia (79,0%) e o valor máximo (87,6%) corresponderam, respectivamente, aos meses de setembro, durante o PMC, e março, durante o PC.

De acordo com os resultados dos testes estatísticos, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) na umidade relativa do ar às 09 horas da manhã durante os períodos analisados. Destacando-se elevada UR durante o PC (Figura 5).

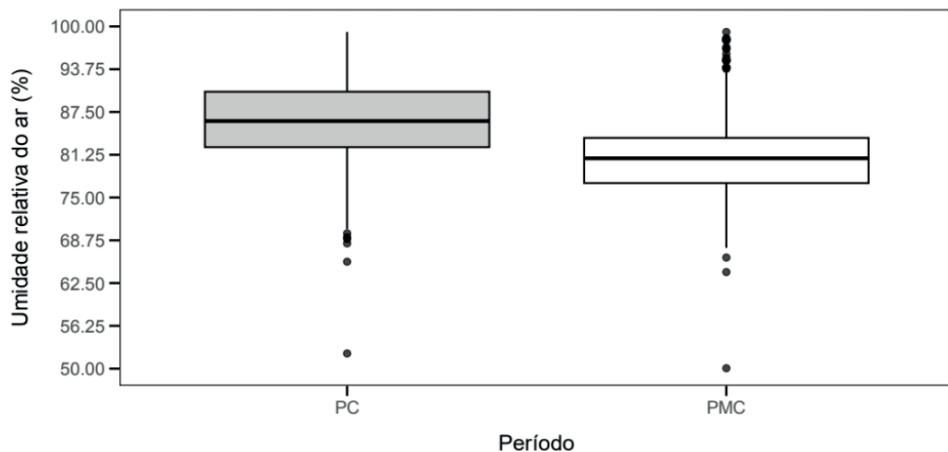


Figura 5 – Boxplot da umidade relativa às 9h na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Fonte: Autores, 2025.

Os dados obtidos corroboram os encontrados por Pacheco, Santiago e Castro (2021) no boletim agrometeorológico de 2010 para o município de Belém, realizado com uma análise comparativa dos dados médios mensais de um período de 42 anos (1967-2009). Entretanto, o estudo referido apresenta valores médios diários, os dados do presente trabalho foram analisados especificamente para o horário das 9h. Durante os meses de dezembro e maio, a umidade relativa do ar atinge valores acima da média (83,6%), enquanto os menores valores são registrados entre junho e novembro. Esses detalhes coincidem com os períodos definidos (PC e PMC), podendo associar os resultados como consequência das condições das demais variáveis ($T_{\text{máx}}$, T_{min} e PP).

A Figura 6 apresenta a variação dos totais médios mensais de precipitação pluviométrica (PP). Nota-se uma forte variabilidade sazonal, com destaque para o PC, com uma média mensal de 424,55 mm, para o período total de análise pode-se obter um valor de 2.547,30 mm, representando 72,6% do total anual de chuva. Em contraste, o PMC, tem uma média de 160,18 mm, totalizando anualmente 961,09 mm, representando 27,4% de precipitação. Dessa maneira, nota-se uma redução nos índices de chuva de cerca de 62,2%. Observa-se uma expressiva diferença nos totais mensais de chuva entre esses dois períodos, refletindo uma evidente variação sazonal. O valor mínimo e máximo encontrados foram de 105,8 mm no mês de outubro, durante o PMC, e 504,2 mm no mês de março, durante o PC, respectivamente.

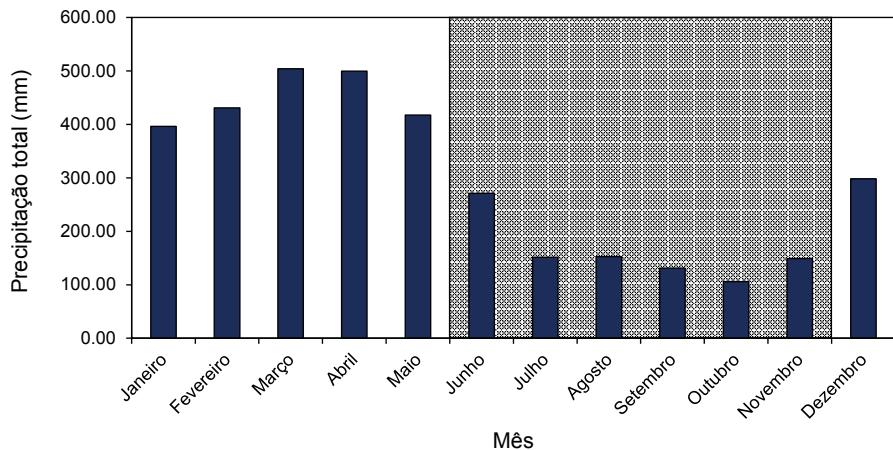


Figura 6 – Média mensal da precipitação total na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia para o período de 2021 a 2024. Área hachurada referente ao período menos chuvoso.
Fonte: Autores, 2025.

A partir dos resultados dos testes estatísticos, observou-se que a PP apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$). Podendo notar-se que a variabilidade é bastante distinta entre os períodos chuvoso e menos chuvoso, com maior presença de chuvas no início do ano. A marcação de *outliers* para indicar eventos extremos na PP é recorrente para ambos os períodos (Figura 7).

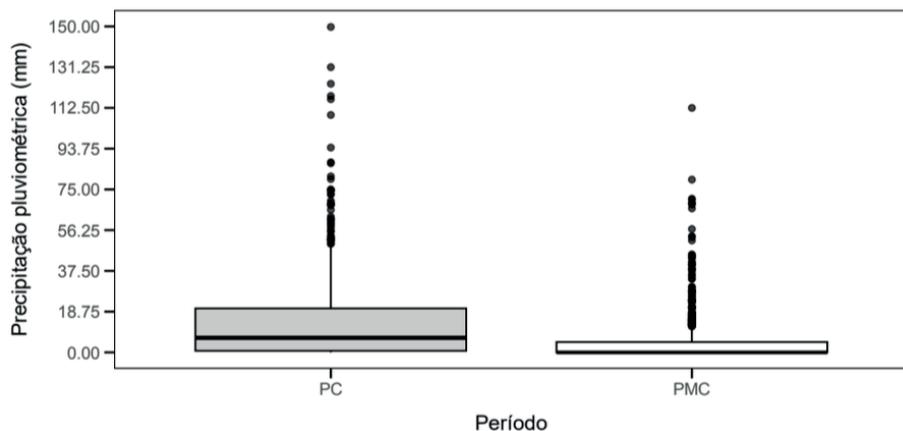


Figura 7 – Boxplot da precipitação pluviométrica na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Dados obtidos a partir de análises diárias realizadas durante os períodos chuvoso (PC) e menos chuvoso (PMC). Fonte: Autores, 2025.

Os resultados encontrados para PP estão de acordo com os encontrados por Carmo et al., (2025) que com base em séries históricas de 11 anos (2007-2018) para a região metropolitana de Belém, verificaram que existe diferença entre o período chuvoso e menos chuvoso para variáveis como evapotranspiração e precipitação pluviométrica.

A variabilidade na velocidade do vento é apresentada na Figura 8, onde se observa uma média anual de 1,59 m/s. Durante o período analisado, ocorre uma variação significativa entre os valores de velocidade do vento, com períodos de maior intensidade encontrados a partir de junho a dezembro, e os mais menos intensos entre janeiro a maio. Na estação de maior velocidade do vento, os valores oscilam de 1,60 m/s (junho) a 2,16 m/s (setembro), enquanto na estação de menor velocidade do vento, os valores ocorrem entre 1,14 m/s (fevereiro) e 1,15 m/s (abril).

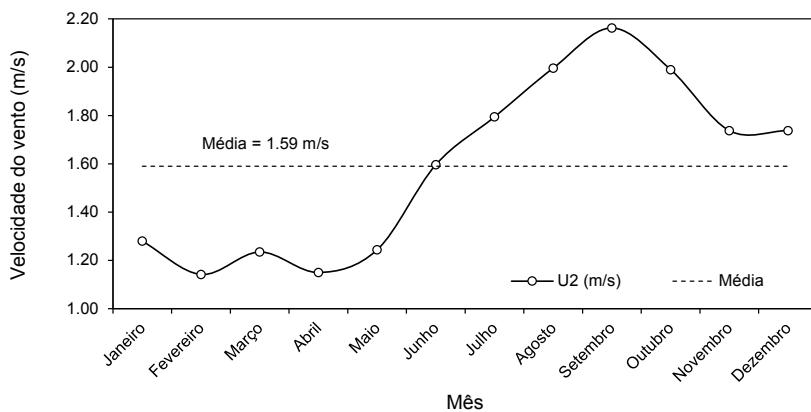


Figura 8 – Velocidade do vento na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia.
Fonte: Autores, 2025.

Observou-se, a partir dos testes estatísticos que a velocidade do vento, apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$). Ao avaliar os períodos, pode-se avaliar uma diferença entre o PC e PMC, com a velocidade do vento sendo maior no PMC (Figura 9).

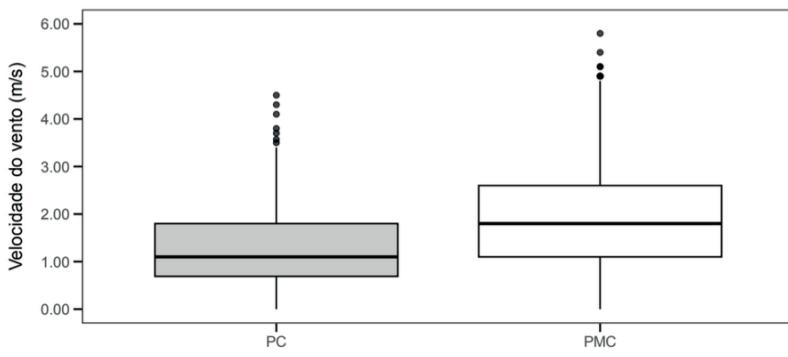


Figura 9 – Boxplot da velocidade do vento na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia.
Fonte: Autores, 2025.

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al., (2012), ao analisar a magnitude dos ventos em Belém e evidenciou que, durante o período chuvoso, a velocidade do vento é menor do que no período menos chuvoso. Em regiões de clima tropical, a variação de precipitação pluviométrica é um dos fatores que induzem a característica e comportamento do vento (FISCH; MARENKO; NOBRE, 1998; LOPES; DE SOUZA; FERREIRA, 2013). Ademais, essas variações também estão associadas a sistemas sinóticos, como a Alta da Bolívia (AB) e da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (FISCH; MARENKO; NOBRE, 1998).

A variação inclui Nordeste (NE), com 19,33%, e Sudoeste (SW), 8,83%. Já as direções frequência e direção do vento (Figura 10) apresenta predominância do quadrante Leste (E), que representaram 63,31% das ocorrências dos ventos. Outras direções relevantes dos quadrantes Norte (N), Sul (S), Oeste (W) e noroeste (NW), ocorreram com menor frequência, variando entre 0,73% (NW) e 2,84% (S). Notavelmente, ventos do Sudeste (SE) não foram registrados (0,00%).

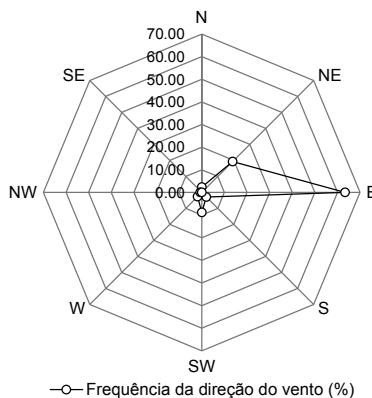


Figura 10 – Frequência de ocorrência da direção do vento na estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Fonte: Autores, 2025.

Diante dessa perspectiva, a predominância de ventos do quadrante Leste (E), sugerem influência de processos atmosféricos globais e regionais. Em conformidade com Souza (2016), os ventos na região são causados pela brisa fluvial, em consequência de Belém estar próxima ao litoral.

Além disso, a localização próxima à linha do Equador submete a região a condições de baixa pressão atmosférica e à presença de ventos alísios que sopram de leste e nordeste na região (RIBEIRO et al., 2024). De acordo com Pereira et al., (2007) os ventos se formam em razão da diferença de pressão entre dois pontos, movendo-se de áreas de alta pressão para baixa pressão. Sendo assim, conforme caracteriza Ribeiro et al., (2024), o distúrbio da escala sinótica nos ventos alísios de leste que geram os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), que são ventos que sopram de Leste para Oeste, é uma das combinações que direciona os ventos, sustentando o padrão observado na região.

CONCLUSÃO

Os resultados mostram que as variáveis meteorológicas analisadas - temperatura máxima, mínima, e média do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, velocidade e direção do vento apresentam diferenças significativas quando comparadas entre o período chuvoso e menos chuvoso da região metropolitana de Belém.

Os resultados corroboram a literatura existente, demonstrando que a estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia apresenta resultados confiáveis.

Com o trabalho realizado, além do uso para fins de pesquisa, os resultados podem ser aplicados ao planejamento e à realização de atividades acadêmicas que necessitem de condições específicas das variáveis presentes na atmosfera.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. V. C.; DA SILVA FUZZO, D. F.; FISCHER FILHO, J. A. **Validação dos dados de precipitação estimados pelo trmm, para a microrregião de Ourinhos – São Paulo.** Brazilian Journal of Development. Curitiba, v.7, n.11, p. 102819-102830 nov. 2021.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

CÂMARA, M. B.; BECHEPECHE, A. P. **A informação meteorológica em aeródromos e a navegação aérea do futuro.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 08, Vol. 06, pp. 47-64. Agosto de 2020.

CARMO, A. P. M. DO; GOMES, M. D. DE A.; FREITAS, L. DA S.; LÉLIS DA SILVA, F.; ALVES, É. S. **Evapotranspiração e precipitação nos períodos seco e chuvoso em Belém-PA: análise temporal.** Revista de Gestão e Secretariado, [S. I.], v. 16, n. 1, p. e4567, 2025.

CARVALHO, M. W. L.; BASTOS, E. A.; DE ANDRADE JUNIOR, A. S.; SENTELHAS, P. C. **Comparação de dados meteorológicos e estimativa da radiação líquida e evapotranspiração de referência utilizando estações convencional e automática.** Agrometeoros, Passo Fundo, v.27, n.2, p.285-292, dez de 2019.

DE SOUZA, Everaldo Barreiros; CARMO, Alexandre Melo Casseb; MORAES, Bergson Cavalcanti de; NACIF, Adelaide; FERREIRA, Douglas Batista da Silva; ROCHA, Edson José Paulino da; SOUZA, Paulo Jorge de Oliveira Ponte. **SAZONALIDADE DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA: CLIMA ATUAL E PROJEÇÕES FUTURAS USANDO O MODELO REGCM4.** Revista Brasileira de Climatologia, [S. I.], v. 18, 2021.

FISCH, G.; MARENKO, J. M.; NOBRE, C. A. **Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia.** Acta Amazônica, v.28, n.2, p.101-126. 1998.

FLORES, T.; OLIVEIRA, G. G. D.; HAETINGER, C.; BRESOLIN JUNIOR, N. A.; GERHARD, F. **Método para avaliação de eventos extremos de precipitação a partir de dados sub-horários obtidos por estação meteorológica automática.** XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1991 – 2020.** 2022.

LOPES, M.; DE SOUZA, E.; FERREIRA, D. **Climatologia Regional da Precipitação no Estado do Pará.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 12, p. 1980-055x, 2013.

MAPA. **Observação meteorológica**. 1^a ed. Brasília, 2024. 46 p.

NAVARRO, L. M.; RUA, M. L.; RAMOS JUNIOR, H. M.; TEIXEIRA, E. O.; FERNANDES, G. S. T.; SOUZA, P. J. O. P. **A estação meteorológica como instrumento de ensino multidisciplinar**. In: Anais do II Conecta UFRA: Bioeconomia, Belém, PA, 2022.

PACHECO, N. A.; SANTIAGO, A. V.; CASTRO, A. R. da C. **Boletim agrometeorológico de 2010 para Belém, PA**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2021. 34 p.

PERAZZI, P. R.; PASSAMANI, M.; THIELEN, D.; PADOVANI, C. **O Tradicional ou o Moderno? Uma Visão da Informação da Rede de Estações Meteorológicas Brasileiras**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 36, n. 3, 351-366, 2021.

PEREIRA FILHO, A. J., PINTO, M. A. R. C., MANFREDINI, L., LIMA, F. A. D., PINTO, A. C. E. C., MORIBE, C. H., VEMADO, F., SILVA, I. W. D. **Sistema Integrado de Estimativa e Previsão de Precipitação para Bacias Hidrográficas da CESP**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, n. 4, p. 529-552, 2020.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Exatas, Universidade de São Paulo, 2007. 184 p.

RIBEIRO, R. M. R.; VITORINO, M. I.; MOURA, M. N.; SODRÉ, G. R. C. **Distúrbio Ondulatório de Leste sobre a costa da Amazônia Oriental**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 17, n. 1, p. 69-83, 2024.

SANTOS, P. C. T. C.; VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. N. F.; CARDOSO, A. **Os solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**. Belém: FCAP, 1983. (FCAP. Informe Didático; 05).

SANTOS, S. R. Q.; VITORINO, M. I.; BRAGA, C. C.; CAMPOS, T. L. O. B.; SANTOS, A. P. P. **O Efeito de Brisas Marítimas na Cidade de Belém-PA: Utilizando Análise em Multivariada**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 5, p. 1110-1120, 2012.

SILVA, G. C.; NASCIMENTO, D. T. F. **Tendências de mudanças climáticas e eventos extremos de temperatura e precipitação em Goiás e no Distrito Federal (1980 a 2020)**. Revista Científica ANAP Brasil, São Paulo, Brasil, v. 17, n. 43, 2024.

SILVA, L. E. A. SOUSA, P. C. R. **Desenvolvimento de uma estação meteorológica em software e hardware aberto**. Journal of Media Critiques. Brasil, Vol. 10, n. 26, p. 01-19, 2024.

SILVA, R. B. D., LEAL, L. D. S., ALVES, L. S., BRANDÃO, R. V., ALVES, R. C. M., KLERING, E. V., & PEZZI, R. P. **Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico**. Revista brasileira de ensino de Física, v. 37, p. 1505, 2015.

SOUZA, D. L. P. de; NOBRE, J. C. de A.; ANDRADE, L. C. F. **Thermal Analysis of Climate Databases of the City of Belém-PA**. The Journal of Engineering and Exact Sciences, Viçosa/MG, BR, v. 8, n. 3, p. 14208-01e, 2022.

SOUZA, L. R. **Um estudo numérico e estatístico da variabilidade do vento na Amazônia Oriental (Amapá e Pará – Brasil)**. 2016. 118 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Campina Grande, 2016.