



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

THACIO BRITO DO ROSARIO

**DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NA MACROZONA URBANA DE ANANINDEUA,  
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – PA**

ANANINDEUA, PA

2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

THACIO BRITO DO ROSARIO

**DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NA MACROZONA URBANA DE ANANINDEUA,  
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – PA**

Trabalho de Curso apresentado para obtenção do grau de Tecnólogo(a) em Geoprocessamento pela Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa.

ANANINDEUA, PA

2026

THACIO BRITO DO ROSARIO

**DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NA MACROZONA URBANA DE ANANINDEUA,  
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – PA**

Trabalho de Curso apresentado para obtenção do grau de Tecnólogo(a) em Geoprocessamento pela Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua.

**Data de aprovação:** 06/03/2026

**Conceito:** Excelente

**Ananindeua – PA**

Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa  
Orientador(a) – Presidente(a) da Banca Avaliadora  
FTG – CANAN – UFPA

Prof. Dr. Paulo Alves de Melo  
Primeiro examinador  
FTG – CANAN – UFPA

Ms. Cairo Eduardo Carvalho Barreto  
Segundo Examinador  
SEMC+ - PMA

Thacio Brito do Rosário  
Discente

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

R789d Rosário, Thacio Brito do.  
Distribuição espacial das chuvas na Macrozona Urbana de  
Ananindeua, Região Metropolitana de Belém - PA / Thacio Brito  
do Rosário. — 2026.  
49 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa  
Trabalho de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará,  
Campus Universitário de Ananindeua, Curso de  
Geoprocessamento, Ananindeua, 2026.

1. Precipitação. 2. variabilidade climática. 3.  
geoprocessamento. I. Título.

CDD 551.6

---

## RESUMO

O presente trabalho analisa a distribuição espaço-temporal das chuvas na Macrozona Urbana de Ananindeua, na Região Metropolitana de Belém – RMB, Estado do Pará, com o objetivo de compreender a variabilidade pluviométrica em escala intraurbana e sua relação com os principais sistemas atmosféricos atuantes na região amazônica. A metodologia se baseia na interação de dados provenientes de estações meteorológicas, de pluviômetros manuais e de sensoriamento remoto, abrangendo períodos descontínuos entre 2017 e 2025. Os dados foram organizados e analisados em planilhas Excel e ambiente de Sistemas de Informação Geográfica – SIG, no programa QGIS 3.40, com aplicações das ferramentas de interpolação IDW e estatística zonal, o que possibilitou a espacialização da precipitação e a elaboração de mapas temáticos, além de análises estatísticas complementares. Os resultados evidenciam a ocorrência do tipo de clima Af da classificação de Köppen-Geiger; uma distribuição irregular das chuvas no espaço e no tempo, com ocorrência de anomalias positivas e negativas em vários anos, principalmente no período menos chuvoso, que é denominado localmente de “verão” amazônico; e diferenças da precipitação total e média entre os bairros da Macrozona Urbana, sendo mais chuvosos os localizados na parte sudoeste, todos eles próximos a Belém. Apesar da maior concentração dos dados no “verão”, observou-se que essa variabilidade está associada, sobretudo, à atuação de sistemas atmosféricos de macroescala, como a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e as anomalias da Temperatura da Superfície do Mar – TSM nos oceanos Atlântico (Dipolo Norte e Sul) e Pacífico (*El Niño* e *La Niña*). Para as correlações da precipitação com locais próximos, verificou-se valores muito fortes e fortes com Belém, Outeiro e Santa Izabel do Pará, indicando a existência de uma faixa climática mais homogênea nesta parte da RMB. Conclui-se que, embora a análise seja limitada temporalmente e a problemática careça de mais estudos, a mesma contribui para o aumento do conhecimento sobre a dinâmica atmosférica e climática local na Macrozona Urbana de Ananindeua, evidenciando cenários reais de riscos hidrometeorológicos como estiagens severas, enxurradas, inundações e alagamentos, destacando-se, também, a importância do uso das geotecnologias para a análise climática e para o planejamento urbano a partir da gestão de riscos e desastres.

**Palavras-chave:** precipitação; variabilidade climática; geoprocessamento.

## ABSTRACT

This study analyzes the spatio-temporal distribution of rainfall in the Urban Macrozone of Ananindeua, located in the Metropolitan Region of Belém, State of Pará. The objective is to understand intra-urban pluviometric variability and its relationship with the main atmospheric systems active in the Amazon region. The methodology is based on the integration of data from meteorological stations, manual rain gauges, and remote sensing, covering discontinuous periods between 2017 and 2025. Data were organized and analyzed using Excel spreadsheets and Geographic Information Systems (GIS) environments, specifically QGIS 3.40 software. The application of Inverse Distance Weighting (IDW) interpolation and zonal statistics tools enabled the spatialization of precipitation, the creation of thematic maps, and complementary statistical analyses. The results highlight the occurrence of the Af climate type according to the Köppen-Geiger classification; an irregular distribution of rainfall across space and time, with positive and negative anomalies in several years—particularly during the less rainy period, locally known as the Amazonian "summer"; and differences in total and average precipitation among the neighborhoods of the Urban Macrozone, with the most humid areas located in the southwest, all in proximity to Belém. Despite the higher concentration of data during the "summer," it was observed that this variability is primarily associated with macro-scale atmospheric systems, such as the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) and Sea Surface Temperature (SST) anomalies in the Atlantic (North and South Dipole) and Pacific (El Niño and La Niña) oceans. Regarding precipitation correlations with nearby locations, very strong and strong values were found for Belém, Outeiro, and Santa Izabel do Pará, indicating a more homogeneous climatic zone in this part of the Metropolitan Region of Belém (RMB). The study concludes that, although temporally limited and requiring further research, it contributes to the knowledge of local atmospheric and climatic dynamics in the Urban Macrozone of Ananindeua. It highlights real scenarios of hydrometeorological risks, such as severe droughts, flash floods, and flooding, while emphasizing the importance of geotechnologies for climatic analysis and urban planning focused on risk and disaster management.

**Keywords:** precipitation; climate variability; geoprocessing.

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Fontes de dados utilizadas na pesquisa: estações meteorológicas, pluviômetros automáticos e de sensoriamento remoto.....	14
<b>Quadro 2:</b> Períodos considerados na análise.....	15
<b>Tabela 1:</b> Força do vínculo linear a partir da Correlação de Pearson.....	18
<b>Tabela 2:</b> Volumes de chuva (dados absolutos) e comparação com a normal climatológica da Estação Belém (INMET).....	20-21
<b>Quadro 3:</b> Prognósticos de anomalias de precipitação na Região Metropolitana de Belém e seu entorno, trimestres selecionados a partir de 2017.....	22
<b>Tabela 3:</b> Volumes de precipitação em pontos de coleta mais próximos a Ananindeua – PA.....	28

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Gráfico das Normais Climatológicas de Temperatura Máximas, Médias e Mínimas para o Município de Belém - PA (1991 a 2020).....	4
<b>Figura 2:</b> Precipitação acumulada mensal da Estação Belém (82191) – PA, normais climatológicas 1931-1960, 1961-1990 e 1991-2020.....	7
<b>Figura 3:</b> Índice pluviométrico mensal – Ananindeua (PA), agosto de 2024 a fevereiro de 2026.....	8
<b>Figura 4:</b> Médias climatológicas da precipitação anual (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará. Unidade: mm.....	9
<b>Figura 5:</b> Precipitação média no mês mais seco, e precipitação média anual, no período 1981-2010.....	10
<b>Figura 6:</b> exemplo de um dos pluviômetros manuais que serviram para a coleta de dados.....	12
<b>Figura 7:</b> Estações oficiais e pontos de coleta com pluviômetros automáticos ou manuais.....	13
<b>Figura 8:</b> Mapa de distribuição da precipitação na Macrozona Urbana de Ananindeua – PA.....	26
<b>Figura 9:</b> Mapa das médias da precipitação dos bairros na Macrozona Urbana de Ananindeua – PA.....	27
<b>Figura 10:</b> Mapa de correlação da precipitação entre os bairros da Macrozona Urbana de Ananindeua – PA e locais próximos, para períodos entre 2017 e 2025.....	33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO: CLIMATOLOGIA (SUB)REGIONAL....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Climatologia local.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Distribuição espacial das chuvas e tipos de clima.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Coleta de dados.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Sistematização dos dados.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Processamento dos dados.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>Elaboração dos mapas.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise dos dados absolutos.....</b>	<b>20</b>
4.1.1	Julho-agosto de 2017.....	21
4.1.2	Julho de 2018.....	22
4.1.3	Outubro de 2018.....	22
4.1.4	Setembro de 2019.....	23
4.1.5	Abril-maio de 2021.....	24
4.1.6	Junho de 2022.....	24
4.1.7	Setembro de 2025.....	25
<b>4.2</b>	<b>Análise da variabilidade climática na totalidade da Macrozona Urbana.....</b>	<b>25</b>
4.2.1	Média geral de todos os períodos.....	28
4.2.2	Julho-agosto de 2017.....	28
4.2.3	Julho de 2018.....	29
4.2.4	Outubro de 2018.....	29
4.2.5	Setembro de 2019.....	30
4.2.6	Abril-maio de 2021.....	30
4.2.7	Junho de 2022.....	31
4.2.8	Setembro de 2025.....	32
4.2.9	Correlações sub-regionais.....	32
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A chuva é a variável meteorológica mais importante na região tropical. Sua distribuição pode variar muito de um ano para o outro, pois depende do comportamento de outros fatores ligados ao sistema climático (Pará, 2020). A precipitação na região amazônica é uma composição da evapotranspiração local adicionada a uma contribuição do Oceano Atlântico, assim, 50% do vapor d'água que se precipita pelas nuvens é gerado localmente, sendo o restante importado para a região pelo fluxo atmosférico proveniente do oceano Atlântico (Salati, 2007).

O regime de precipitação na Amazônia não é homogêneo, apresenta variabilidade espacial e temporal condicionada à interação de diferentes sistemas, sendo os principais: a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT sobre o Oceano Atlântico Equatorial; a Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS; a Alta da Bolívia; a influência da Oscilação de Madden e Julian; fenômenos de anomalia como *El Niño* e *La Niña* e o Dipolo do Atlântico; as linhas de instabilidade; e, ocasionalmente, sistemas frontais austrais que provocam queda de temperatura, localmente denominado de friagem, resultado do avanço de massas polares na região centro-oeste e sul do Amazonas (Molion, 1987; Molion; Kousky, 1985; Rocha, 1991, 2001; Santos *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2005; Towner *et al.*, 2021).

A região amazônica apresenta uma precipitação média de aproximadamente 2.300 mm por ano. Na região costeira (no litoral do Pará ao Amapá), a precipitação também é elevada e sem período de seca definido (Fisch *et al.*, 1998).

No contexto específico da Macrozona Urbana de Ananindeua, a distribuição das chuvas reflete a complexidade de vários sistemas, responsáveis pela dinâmica local do tempo e do clima na Região Metropolitana de Belém – RMB. As chuvas na região de Belém são provocadas, em macroescala, sobretudo pela atuação da ZCIT, proveniente da convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste; e como fenômenos de meso a microescala, tem-se as brisas marítimas e linhas de instabilidade (Bastos *et al.*, 2002; Matos *et al.*, 2016).

Diante desse cenário climático, o presente estudo visa analisar a distribuição espaço-temporal das chuvas na Macrozona Urbana de Ananindeua, integrante da RMB, no Estado do Pará, com dados de precipitação em períodos descontínuos entre os anos de 2017 a 2025, utilizando-se dados de campo (estações meteorológicas e pluviômetros manuais) e outras fontes provenientes de técnicas do sensoriamento remoto.

Por causa da descontinuidade temporal dos dados, a análise enfatiza principalmente o período que se estende dos meses de junho a setembro, logo, da transição do período mais chuvoso, localmente denominado de “inverno”, para o menos chuvoso, o “verão”, e parte

deste último período, que em Ananindeua e toda a RMB e seu entorno ainda se estende até o mês de novembro e mesmo o início de dezembro.

Os resultados do estudo podem contribuir para um melhor entendimento dos fenômenos atmosféricos de macro, de meso e de microescala em Ananindeua, inclusive os geradores de eventos hidrometeorológicos extremos que tornam o município vulnerável a riscos e desastres. O excesso das chuvas, correlacionado aos outros fatores de meio biofísico e social, podem ocasionar enxurradas, vendavais, enchentes, inundações, alagamentos e até estiagens mais severas, afetando diversos setores da população e da economia das cidades e municípios (Souza *et al.*, 2012).

Assim, há uma necessidade de subsidiar as ações da Defesa Civil e dos órgãos de planejamento e de gestão urbana a partir da compreensão da climatologia local, o que é fundamental para o desenvolvimento de protocolos de prevenção a riscos e desastres, especialmente em um cenário de mudanças climáticas em curso, que podem intensificar a variabilidade e a severidade das precipitações na Amazônia Oriental (Pontes *et al.*, 2017).

Para viabilizar essa análise, o emprego de geotecnologias se apresentou como uma ferramenta indispensável. Por meio do processamento e análise de dados espaciais e da elaboração de mapas climatológicos, é possível espacializar a distribuição das chuvas e identificar padrões de vulnerabilidade. O uso de Sistemas de Informação Geográfica – SIG permite o cruzamento de dados de precipitação com a topografia e o uso do solo, transformando variáveis meteorológicas em diagnósticos territoriais que auxiliam na identificação de áreas suscetíveis a eventos como alagamentos e inundações (Mota; Sampaio, 2017). Neste sentido, foi utilizado o *software* QGIS 3.40 para a criação dos mapas, através do método de interpolação IDW, a partir do qual foi possível identificar a variabilidade das chuvas na Macrozona Urbana de Ananindeua.

Ademais, observa-se que ainda é pequena a produção de estudos técnico-científicos específicos sobre a problemática da variabilidade climática na RMB, incluindo Ananindeua, o que torna o presente estudo essencial para contribuir com informações locais e fornecer dados que orientem políticas de enfrentamento aos efeitos das mudanças climáticas. Assim, buscou-se entender como mecanismos de macro, meso e microescala influenciam as condições da precipitação local, principal fator que gera os riscos hidrometeorológicos, como alagamentos, inundações, enxurradas e estiagens, que afetam a infraestrutura e a população do município.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO: CLIMATOLOGIA (SUB)REGIONAL

### 2.1 Climatologia local

Diferente das regiões centrais e meridionais do Brasil que, seguem as quatro estações do ano bem definidas pelo calendário astral, na Amazônia a dinâmica é distinta. Enquanto o verão e o inverno austrais são marcados pelos solstícios (momento de maior ou menor incidência solar no hemisfério), a realidade regional se divide entre o “verão” amazônico, que coincide com parte do inverno, com a primavera e com o início do verão no Hemisfério Sul; e o “inverno” amazônico, que abrange o início do verão e o outono neste Hemisfério (Carvalho, 2024), sendo estas estações definidas primordialmente pelo regime de chuvas, e menos pela variação de temperatura.

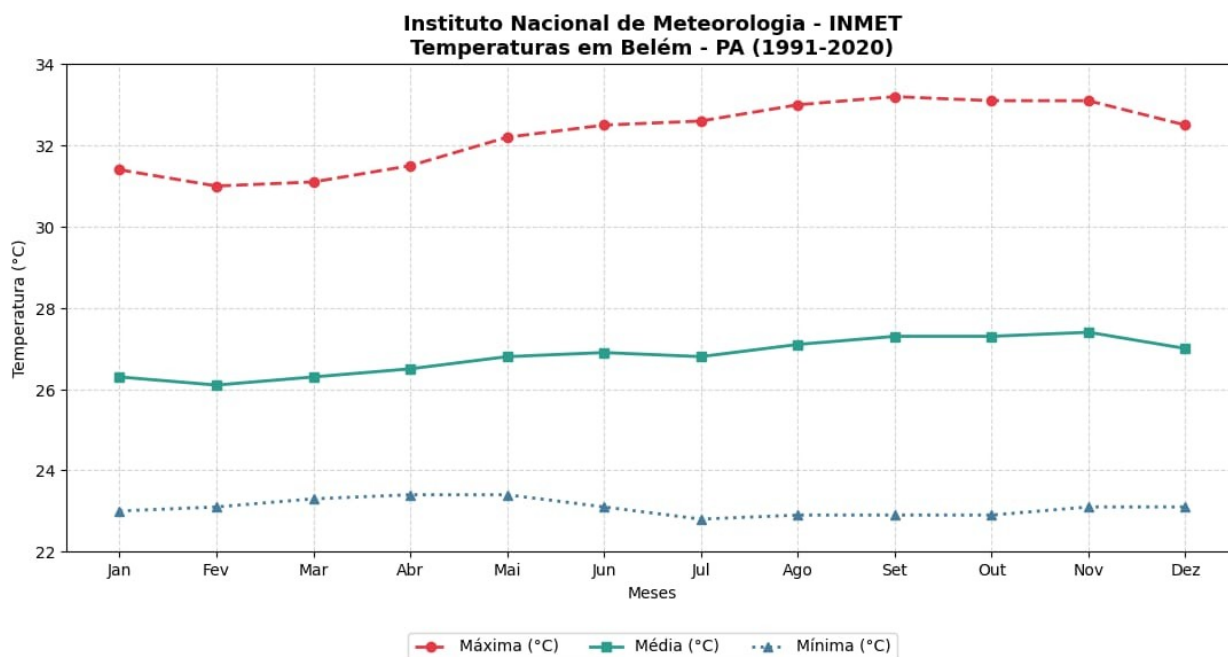
O clima da região apresenta três variações de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, tendo aquelas duas estações bem definidas, mencionadas acima. A região amazônica se enquadra, predominantemente, no grupo climático A (tropical úmido) desta classificação, sendo subdividida em Af, Am e Aw, conforme a sazonalidade das chuvas. O clima Af (equatorial úmido) se caracteriza pela ausência de estação seca, com precipitação mais bem distribuída ao longo do ano, predominando no oeste da Amazônia e em parte do estuário amazônico, incluindo Belém – PA e seu entorno, onde se localizam os núcleos mais úmidos da floresta. O tipo Am (tropical de monção) apresenta elevada pluviosidade anual, porém com uma curta estação seca, ocorrendo principalmente na faixa central da Amazônia, do Acre até o Pará. Já o clima Aw (tropical com inverno seco) possui uma estação seca bem definida, sendo típico do extremo norte (Roraima e Pará), sul e sudeste da Amazônia, e parte do litoral do Pará-Maranhão, em zonas de transição para as savanas (adaptado de Alvares *et al.*, 2013; Peel *et al.*, 2007).

A estação mais chuvosa ocorre de dezembro a maio na maior parte da região, sendo o “inverno” amazônico; e a outra estação, o “verão” amazônico, é o período menos chuvoso com ocorrência de estiagens e até mesmo sub-secas ocasionais, tendo menor precipitação pluviométrica no período de junho a novembro (Machado-Lima *et al.*, 2021).

Dessa forma, utilizando os dados da estação Belém – PA (OMM 82191 ou A201) do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET para a normal climatológica 1991-2020 como referência (Fig. 1), o município de Ananindeua – PA revela a permanência de temperaturas médias elevadas no ano inteiro variando, aproximadamente, de 26° C a 28°

C, com variação de 31° C a 33° C para as temperaturas máximas, e de 22° C a 23° C para as mínimas. Isso ocorre, principalmente, por conta da baixa latitude em que a área se localiza, portanto, em plena região equatorial (01,45°S) (INMET, 2022).

**Figura 1:** Gráfico das Normais Climatológicas de Temperatura Máximas, Médias e Mínimas para Belém – PA (1991 a 2020)



Fonte: elaborado pelo autor, 2026, com dados do INMET (2022)

Portanto, a localização geográfica de Belém e, conseqüentemente, de Ananindeua, municípios bem próximos à Linha do Equador, é o fator determinante para o quadro constante das temperaturas. Para Ananindeua em si não existem normais climatológicas completas, porém, dados de uma estação meteorológica particular (i.e., de um observador independente) ativa desde julho do ano de 2024 permitem confirmar as médias indicadas. Instalada no bairro da Cidade Nova, na parte central da Macrozona Urbana, a estação registrou média de 27,92° C até maio de 2026, com a mínima absoluta de 21,9° C e a máxima de 39,7° C, logo, confirma-se o quadro das altas temperaturas o ano todo (IANANI1, 2026).

A precipitação dentro da região amazônica é um parâmetro meteorológico de grande variabilidade no tempo e no espaço, que está associada à influência de diferentes sistemas de macro, meso e microescala escala (Molion, 1987; Molion; Kousy, 1987; Rocha, 1991, 2001; Bastos *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2005; Salati *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2013).

Dentre esses sistemas, as Linhas de Instabilidade – LI se formam ao longo da costa Atlântica, e segundo estudo feito por Cohen *et al.* (1989), contribuem com cerca de 45% das chuvas durante o período mais chuvoso do Nordeste Paraense. De acordo com os autores, essas linhas apresentam organização em bandas convectivas que se formam na costa e se propagam para o interior da Amazônia, com deslocamento preferencial de leste para oeste, podendo atingir extensas áreas do continente. Dessa forma, sua atuação está diretamente associada à ocorrência de precipitação significativa na região, evidenciando seu papel como um dos principais sistemas responsáveis pela distribuição das chuvas no leste do Pará.

Outro sistema que se destaca é a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, sendo o principal sistema meteorológico de macroescala indutor das chuvas na Amazônia oriental, especialmente no Amapá e Pará, quando da sua posição climatológica mais austral nas regiões equatoriais do planeta, sendo que a sua atuação define a qualidade da estação chuvosa nestes estados (Souz; Ambrizzi, 2003). A ZCIT é uma extensa faixa E-W de convergência dos ventos alísios de nordeste e de sueste, oriundos de centros de alta pressão, os anticiclones subtropicais dos Hemisférios Norte e Sul. Caracteriza-se por baixas pressões atmosféricas, movimentos ascendentes, e uma banda de nebulosidade e de chuvas intensas no sentido leste-oeste aproximadamente (Molion; Bernardo, 2002).

O Fenômeno *El Niño* de modo geral, é uma anomalia que tende a reduzir os volumes de chuva na Amazônia, como por exemplo no ano de 2015, que estava sob influência deste fenômeno e contribuiu com a redução das chuvas em diversas áreas do estado do Pará. Do contrário, com a *La Niña*, espera-se o aumento das chuvas na Amazônia (Pará, 2024). Ambos os fenômenos estão associados a anomalias de temperatura da superfície do Oceano Pacífico equatorial, que ocorrem simultaneamente com anomalias do Índice de Oscilação Sul – IOS. Esses fenômenos afetam a circulação atmosférica, determinando anomalias no campo da precipitação pluviométrica em diversas regiões do Globo Terrestre (Freire *et al.*, 2011).

O Dipolo do Atlântico é outro modelador climático que também impacta no regime pluviométrico da região amazônica (Souza *et al.*, 2005; Towner *et al.*, 2021) constituído de fases positivas (DA+) e negativas (DA-). Quando a TSM no Atlântico Tropical Norte (ATN) e no Atlântico Tropical Sul (ATS) atingem valores anômalos mais quentes ou mais frios, respectivamente, a ZCIT se desloca ou fica posicionada no Hemisfério Norte, reduzindo as chuvas na Amazônia; ou, do contrário, permanece estacionada no Hemisfério

Sul, provocando fortalecimento na atividade convectiva da região (Gomes; Beltrão, 2024; Towner *et al.*, 2020).

As brisas marítimas são responsáveis por eventos de precipitação ao longo da costa leste das Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Esses eventos podem ser explicados pelo fato da existência de uma região com predominância de movimentos ascendentes ao longo da costa, devido à convergência dos alísios, que sopram do mar para o continente durante o dia (brisa marítima) e do continente para o mar durante a noite (brisa terrestre) (Santos *et al.*, 2013). Existe também a Microlinha de Instabilidade Fluvial (MLF), que é formada pela brisa fluvial proveniente da baía do Marajó, causando precipitação desde a sua fase inicial, na Região Metropolitana de Belém, até oeste da baía do Marajó (Matos *et al.*, 2016)

Considerando este elemento do tempo e clima, a precipitação, a posição equatorial associada aos fatores já mencionados (ZCIT, LI, brisas e também a evaporação local) é responsável por totais anuais de chuva elevados. Os valores absolutos totais entre 1991 e 2020 oscilaram de 2.187,6 mm a 3.890,0 mm, com total médio anual em torno de 2.990,0 mm, e totais médios mensais oscilando entre 119,8 mm (outubro) e 441,7 mm (março) (INMET, 2022). Acompanhando os elevados índices pluviométricos, a média anual da umidade relativa do ar é 84%, e as médias mensais variam entre 79% e 89% (Embrapa, 2009).

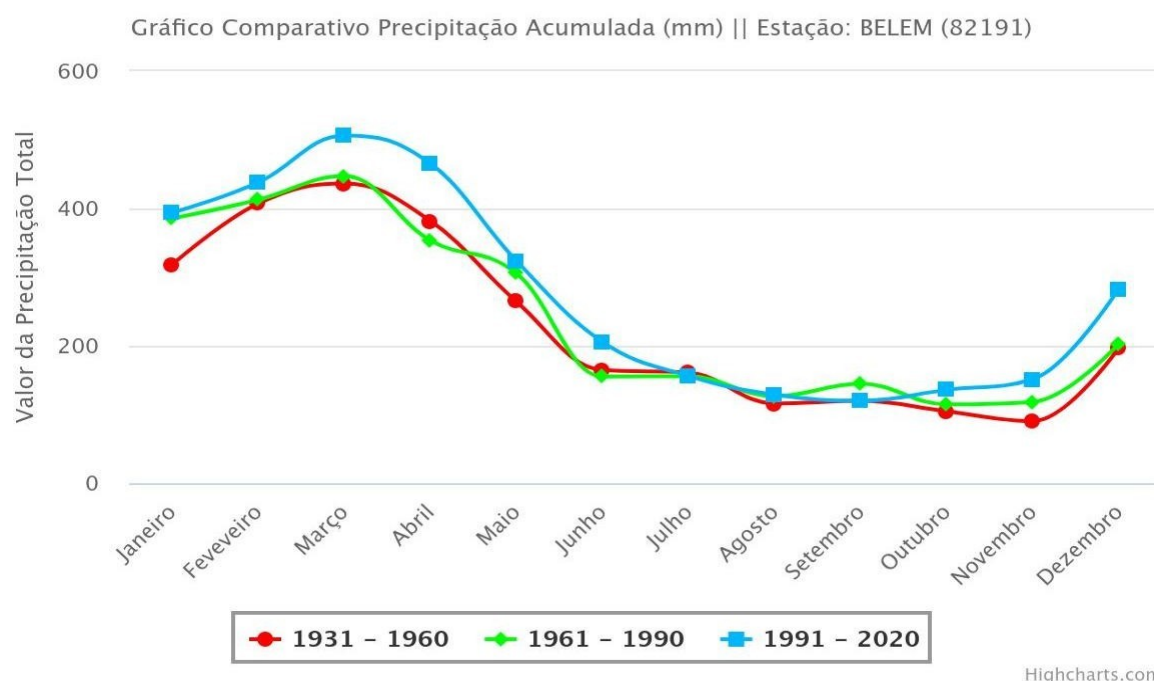
Pela normal climatológica mais recente, definida entre os anos de 1991 a 2020 (INMET, 2022), na região de Belém e entorno a estação mais chuvosa, que conforme já citado é o “inverno” amazônico, ocorre nos meses de dezembro a abril (verão-outono austrais), com um período de transição durante os meses de maio a agosto (outono-inverno austrais); e quanto à estação menos chuvosa, o “verão”, esta ocorre nos meses de setembro a novembro, podendo se estender até meados de dezembro (inverno-primavera austrais) (Moraes *et al.*, 2005).

No período de janeiro a abril, quando chove mais, a precipitação em Belém, sua Região Metropolitana – RMB e entorno é decorrente da ZCIT, mas também do efeito das LI. No período de maio a agosto, transição entre as épocas de maior e menor precipitação, as chuvas são originadas por brisas e ainda pelas chamadas ondas de leste, que também são linhas de instabilidade – LI, originadas dos ventos alísios, geralmente os de sudeste, que trazem a umidade do oceano e litoral Atlântico. No período de setembro a novembro, mais seco, a precipitação geralmente é provocada pela evaporação local, podendo ainda ter a influência de LI e brisas marítimas e fluviais (adaptado de Bastos *et al.*, 2002).

Com base no gráfico do INMET para a estação de Belém (Fig. 2), em cotejo com as normais climatológicas para 1931-1960, 1961-1990 e 1991-2020, confirma-se um regime pluviométrico tropical/equatorial com duas fases distintas, típicas da RMB e seu entorno, e que se associam regionalmente com os períodos conhecidos regional e localmente como o “inverno” (mais chuvoso) e o “verão” (menos chuvoso) amazônicos. Embora os volumes de precipitação comecem a aumentar em dezembro, o primeiro semestre, de janeiro a junho, concentra a maior parte do volume de chuvas esperado para o ano, com o pico ocorrendo em março. Já no mês de maio, os volumes começam a diminuir de forma significativa, dando início à transição para a época menos chuvosa. A partir de agosto (normal 1991-2020) ou de setembro (normais 1931-1960 e 1991-2020), prolongando-se até novembro, ocorrem os menores volumes de chuvas, sendo caracterizada então a estação menos chuvosa (Fig. 2).

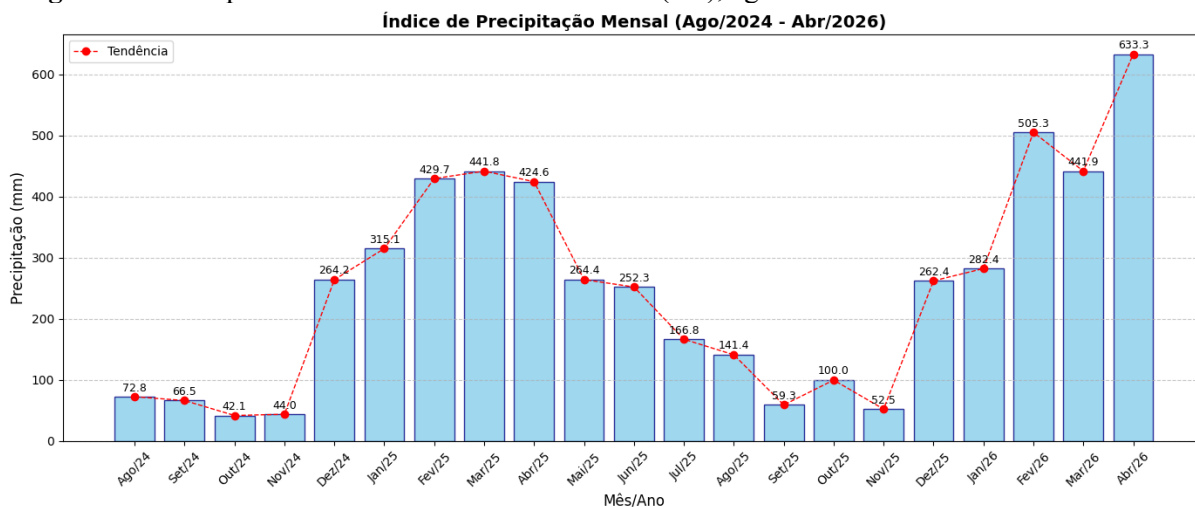
Analisando os dados de pluviosidade da estação localizada na Cidade Nova, tem-se um registro ainda limitado, que cobre um período de apenas 18 meses, desde agosto de 2024 até abril de 2026 para valores mensais completos (Fig. 3).

**Figura 2:** Precipitação acumulada mensal da Estação Belém (82191) – PA, normais climatológicas 1931-1960, 1961-1990 e 1991-2020



Fonte: INMET (2026)

**Figura 3:** Índice pluviométrico mensal – Ananindeua (PA), agosto de 2024 a abril de 2026



Fonte: elaborado pelo autor, 2026, com dados de IANANI1 (2026)

Os dados revelam a marcada sazonalidade dos períodos de “inverno” (dezembro a abril) e “verão” amazônicos (setembro a novembro), e a transição entre eles (maio a agosto). Observa-se valores expressivos de chuvas em fevereiro, março e abril de 2025, e em fevereiro e março de 2026, com totais mensais superiores a 400 mm ou mesmo 500 mm (Fig. 3), valores que se aproximam da média histórica 1991-2020 de Belém para este meses (506,3 mm, Fig. 2); e períodos de estiagem, com marcas críticas em outubro e novembro de 2024, quando choveu 42,10 mm e 44,02 mm, respectivamente (Fig. 3), sendo que a média para estes meses é, na mesma ordem, superior a 100 mm desde a normal 1961-1990 (Fig. 2). Nota-se que em 2025 a estiagem se intensificou também, com 59,31 mm em setembro e 52,5 mm em novembro (Fig. 3).

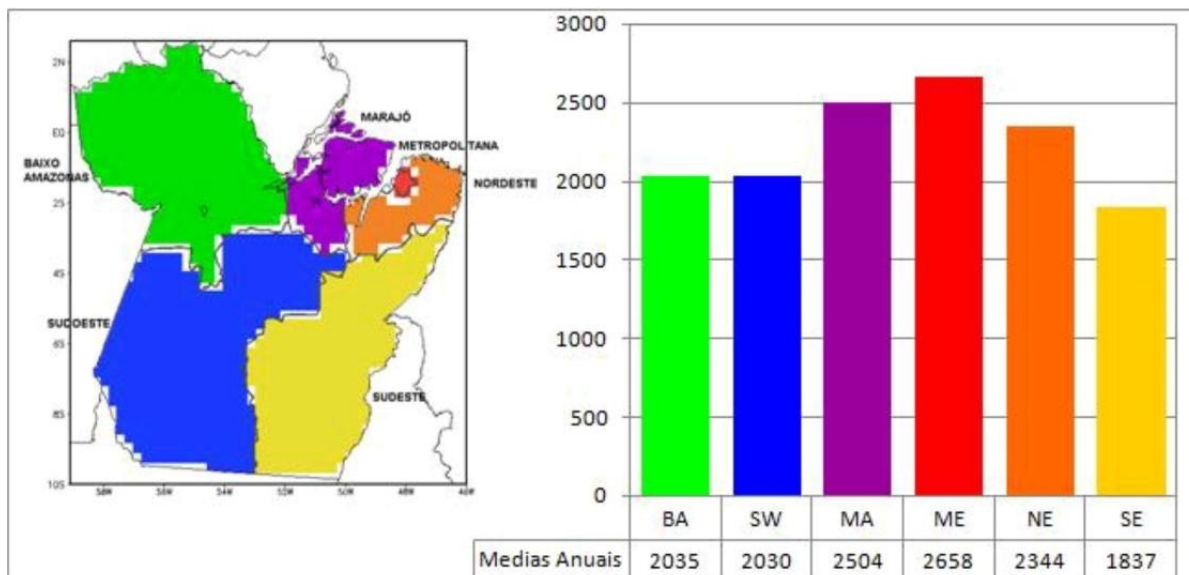
Nos dois anos com dados de campo registrados de forma contínua, nota-se uma transição para a estação mais chuvosa entre novembro e dezembro, tanto em 2024 quanto em 2025 (Fig. 3), e mantendo um volume de chuva elevado em janeiro e fevereiro, com 744,8 mm em 2024 e 782,72 mm em 2025. No ano de 2025, que possui dados completos, a estação registrou um total pluviométrico de 2.910,23 mm, valor que condiz com a normal climatológica de referência para o município, a partir da Estação Belém (média de 2.990 mm anuais). Além disso, é importante registrar que o maior volume pluviométrico registrado em um único dia foi em 05 de março de 2026, com 84,51 mm (IANANI1, 2026), valor elevado, porém aceitável para o período de “inverno” amazônico.

## 2.2 Distribuição espacial das chuvas e tipos de clima

Segundo um estudo realizado por Albuquerque (2010), os maiores valores médios anuais de precipitação no Estado do Pará se encontram na sua porção nordeste (Fig. 4), que engloba as antigas Mesorregiões Metropolitana de Belém (ME), Marajó (MA) e Nordeste Paraense (NE) da divisão regional de 1990, com valores acima de 2.000 mm. Ainda de acordo com esta autora, “[...] destaca-se que a Mesorregião Metropolitana de Belém é [a] que apresenta o maior índice pluviométrico do Estado do Pará” (Albuquerque, 2010, p. 27). Acrescenta que esse índice é causado por conta da grande influência da ZCIT e da proximidade com o oceano Atlântico, atrelado à grande ocorrência de nuvens do tipo *cumulunimbus*, enquanto a sua localização litorânea favorece a entrada da umidade oceânica e a atuação das LI e das brisas marítimas (Cohen *et al.*, 1989; Martorano *et al.*, 1993; Bastos *et al.*, 2002).

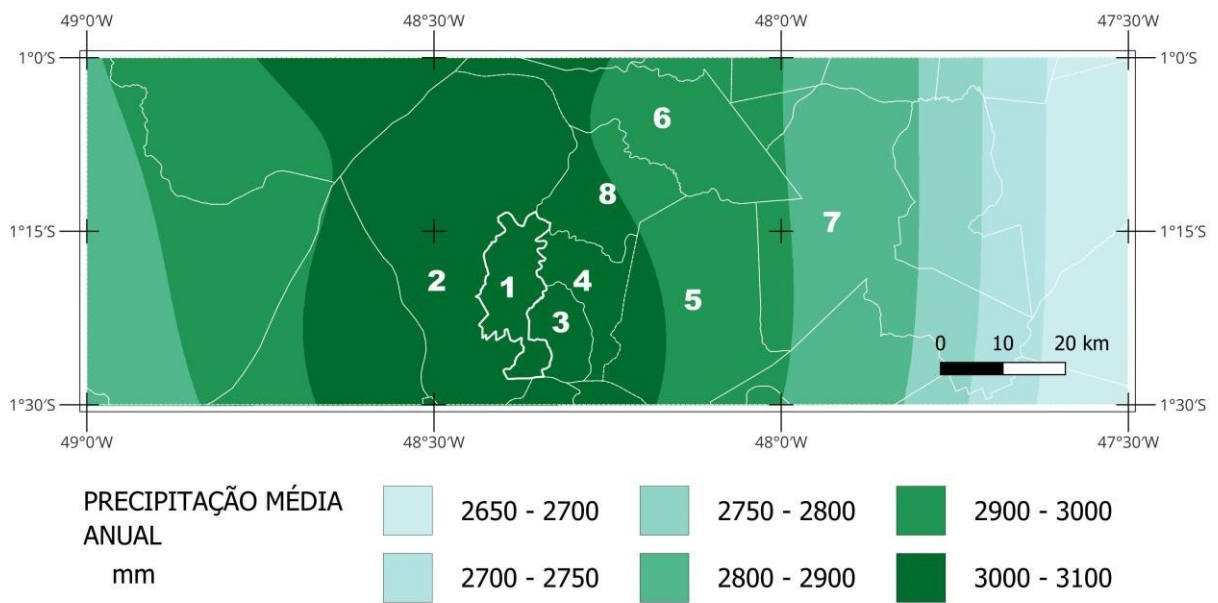
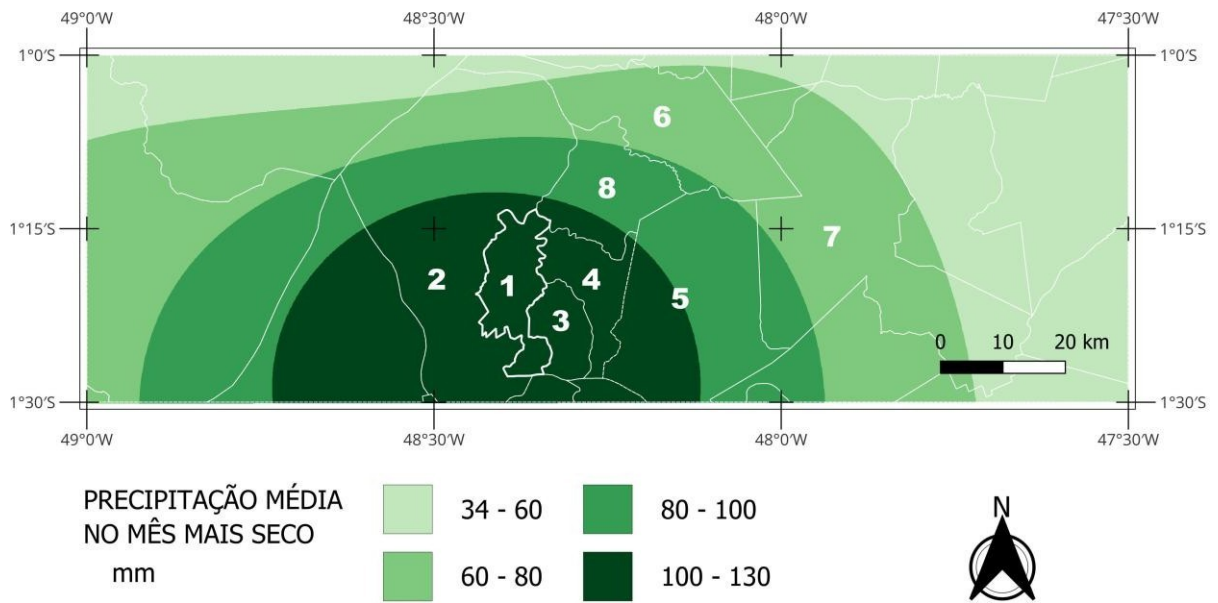
Porém, em nível sub-regional da RMB e do Nordeste Paraense como um todo existem diferenças no total pluviométrico e nos tipos de clima, conforme indicado pelas médias totais de precipitação anual e as médias do mês mais seco (Fig. 5).

**Figura 4:** Médias climatológicas da precipitação anual (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará. Unidade: mm



Fonte: Albuquerque (2010)

**Figura 5:** Precipitação média no mês mais seco, e precipitação média anual, no período 1981-2010



- MUNICÍPIOS:**
- 1 - Ananindeua
  - 2 - Belém
  - 3 - Marituba
  - 4 - Benevides
  - 5 - Santa Izabel do Pará
  - 6 - Santo Antônio do Tauá
  - 7 - Castanhal
  - 8 - Santa Bárbara do Pará

UFPA - FTG - CANAN  
 Elaboração: Estêvão J. S. Barbosa  
 Projeto "Boletim Meteorológico..."  
 Fev. 2026  
 QGIS 3.40.15. SIRGAS 2000  
 Base cartográfica: IBGE - BC 250 v2023  
 Fonte dos dados: INMET - normal 1981-2020

Fonte: Projeto "Boletim Meteorológico...", 2026

De acordo com a classificação climática de Köppen, adaptada por Martorano *et al.* (1993) para a realidade do Estado do Pará, a RMB e o Nordeste Paraense apresentam distinções espaciais importantes, apesar da elevada pluviosidade. Na RMB, predomina o clima Af, mais úmido, uma vez que o acumulado anual ultrapassa significativamente os 2.000 mm, e a precipitação média no mês mais seco está acima do limiar de 60 mm. Em contrapartida, setores do Nordeste Paraense, especialmente nas direções norte e leste, afastado-se da capital Belém, enquadram-se no clima Am, ligeiramente mais seco. Para o clima Am, embora o total anual permaneça superior a 2.000 mm, a precipitação média recua em um ou mais meses para menos de 60 mm, evidenciando uma estiagem bem caracterizada (Martorano *et al.*, 1993).

Analisando a precipitação anual para o período 1981-2010 (não se encontrou uma série robusta para 1991-2020), a RMB e seu entorno está inserida em uma faixa que varia de 2.650 mm a 3.100 mm (Fig. 5). Por outro lado, existe uma "célula" de maior pluviosidade (acima de 3.000 mm) que abrange a totalidade de Belém, Ananindeua, e ainda Marituba. A partir destes municípios, a precipitação anual média vai diminuindo gradualmente para oeste e para leste, sendo verificada uma redução já na parte ocidental da RMB, incluindo Santa Izabel do Pará e Castanhal.

Observando a precipitação média no mês mais seco, que na área da RMB e seu entorno ocorre quase sempre entre setembro e novembro, portanto, no "verão" amazônico, os valores se situam entre 34 mm e 130 mm, aproximadamente (Fig. 5). Ademais, nota-se que em Belém e em Ananindeua os valores estão acima de 100 mm, reduzindo-se para as porções mais a norte e a leste, onde, por conseguinte, as estiagens passam a se acentuar (Fig. 5). Isso indica que não existe uma estação "seca" propriamente dita na maior parte da RMB, confirmando o clima Af da classificação de Köppen-Geiger. Apenas no extremo leste do município de Castanhal e extremo norte de Belém se encontra o clima do tipo Am, mais seco que o Af (Martorano *et al.*, 1993; Bastos *et al.*, 2002).

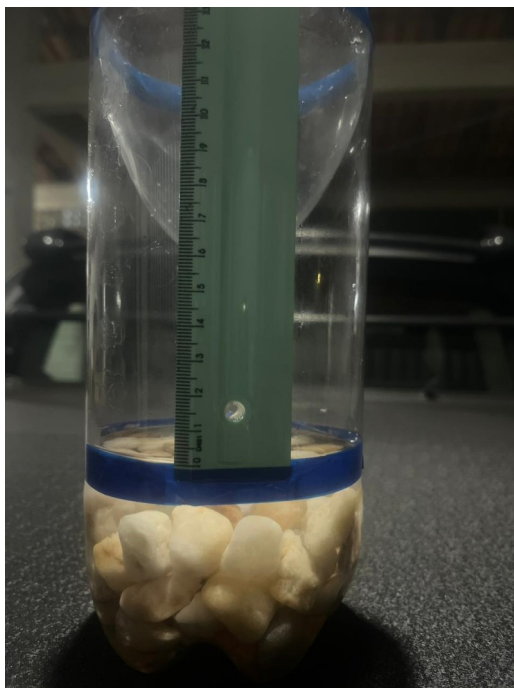
### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Coleta de dados

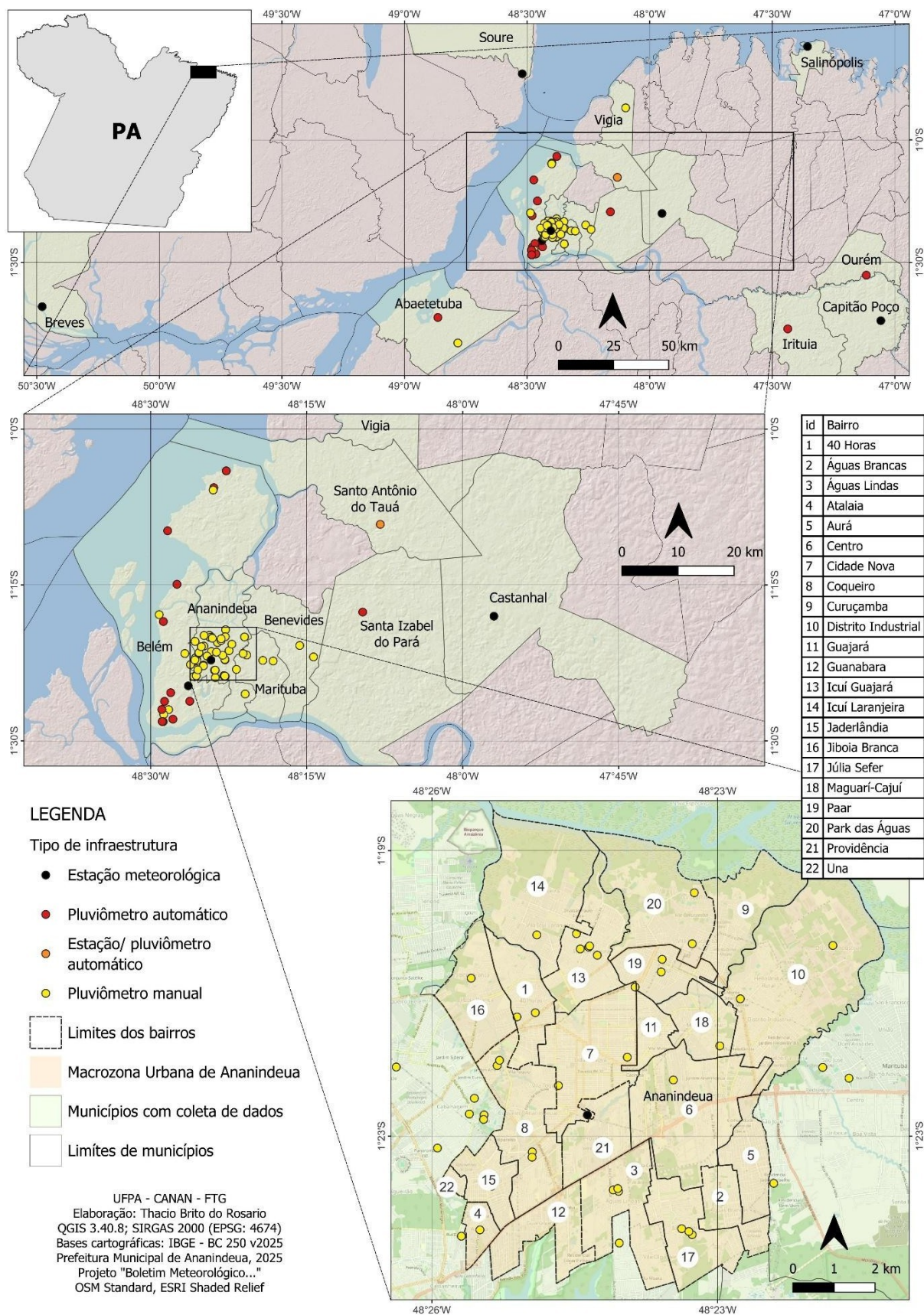
Para este estudo, foram utilizados dados da rede de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, e do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb), de responsabilidade da Agência Nacional de Águas – ANA. Ao todo, foram utilizadas 5 estações meteorológicas: Belém – PA, Castanhal – PA, Mosqueiro – PA, Outeiro (Belém) – PA e Santa Izabel do Pará – PA. Para Castanhal e Belém existem séries históricas tanto da base de dados do INMET quanto da HidroWeb/ANA, sendo que para as demais apenas esta última base contém dados (Quadro 1, Fig. 7).

Como não existem estações com séries de dados mais longas em Ananindeua – PA, foi necessário recorrer a dados de campo obtidos em trabalhos de coleta (medição) realizados por alunos e professores do Campus Universitário de Ananindeua – CANAN da Universidade Federal do Pará – UFPA, disponibilizados do acervo da Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento – FTG. Nestes trabalhos, foram instalados pluviômetros manuais (Fig. 6) em diferentes bairros da Macrozona Urbana de Ananindeua, e em municípios próximos como Belém – PA, Marituba – PA, Benevides - PA e Santo Antônio do Tauá – PA (Fig. 6).

**Figura 6:** exemplo de um dos pluviômetros manuais que serviram para a coleta de dados



**Figura 7:** Estações oficiais e pontos de coleta com pluviômetros automáticos ou manuais



Fonte: Projeto "Boletim Meteorológico...", 2026

**Quadro 1:** Fontes de dados utilizadas na pesquisa: estações meteorológicas, pluviômetros automáticos e de sensoriamento remoto

Ano	2017	2018	2018	2021	2022	2025
Mês/meses	Jul. ago	Jul.	Out,	Mai. jun	Jun.	Set.
<b>Estações meteorológicas</b>						
Belém (INMET, 82191 ou A201)	X	X	X	X	X	X
Castanhal (INMET, 147007 ou A202)	X		X	X	X	X
<b>Pluviômetros automáticos</b>						
Mosqueiro (ANA, 148012)	X		X	X	X	X
Outeiro (CEMADEN, 150140205A)		X	X	X	X	X
Santa Izabel do Pará (ANA, 148003)	X		X	X	X	
Santo Antônio do Tauá (Weather Underground, ISANTO 430)						X
Cidade Nova – Ananindeua (Weather Underground, IANANII)						X
<b>Sensoriamento remoto</b>						
Outeiro, Santa Izabel do Pará, Mosqueiro, Castanhal (ClimaPlots)	X	X				X

Fonte: elaborado pelo autor, 2026

Para realizar a coleta dos dados nos pluviômetros manuais, um procedimento padronizado de leitura direta, visual (observador meteorológico), foi seguido para garantir mais confiabilidade aos registros e a comparação entre os mesmos. Foi estabelecido um horário fixo de verificação, geralmente a cada 24 horas e durante o final da noite, para manter a consistência da série. Ao se chegar ao pluviômetro, os olhos são posicionados exatamente no limite superficial da água para evitar erros de paralaxe e realizar a leitura em uma régua fixa ao recipiente coletor (Fig. 6). Como o instrumento possui uma escala graduada (pela régua), anota-se o valor correspondente da água acumulada em relação ao dia anterior; por exemplo, se a água subiu 1 cm, isso indica que choveu 10 mm. Não se fez cálculo de volume em área, anotando-se somente os acumulados diários em uma planilha.

Os dados coletados abrangem intervalos de dias a poucas semanas, nos anos de 2017 (jul.-ago.), 2018 (jul. e out.), 2019 (set.), 2021 (abr.-maio), 2022 (jun.) e 2025 (set.). Como não existem dados de campo locais (Ananindeua) para os anos de 2020, 2023 e 2024, estes foram excluídos da análise. Dentro de cada ano, são abrangidos tanto meses do “inverno” como do “verão”, e da transição entre ambos (Quadro 2).

**Quadro 2:** Períodos considerados na análise

Sazonalidade	Estação mais chuvosa (dez. a maio) ou transição (jan. a ago.)		Estação mais seca (set. a nov.)	
	Mês/meses	Dias	Mês	Dias
2017	Julho - Agosto	20 ao 30, 01 a 06	-	-
2018	Julho	09 ao 16	Outubro	01 ao 15
2019	-	-	Setembro	20 ao 25
2021	Abril - maio	26 ao 30, 01 e 02	-	-
2022	Junho	06 ao 10	-	-
2025	-	-	Setembro	16 a 21

Fonte: elaborado pelo autor, 2026

Quanto a dados locais da Macrozona Urbana de Ananindeua, consultou-se ainda a plataforma *on line* “Weather Underground”, onde um observador meteorológico independente disponibiliza dados de uma estação instalada no bairro da Cidade Nova, com uma série a partir de agosto de 2024 (IANANI1, 2026). É importante destacar, ainda, que as zonas rurais do município (Abacatal e Região das Ilhas) não foram analisadas por causa da lacuna de dados, contendo apenas uma amostra de campo.

Mesmo as séries de dados do INMET e da HidroWeb/ANA podem apresentar lacunas, e para estes casos foi usado o complemento “ClimaPlots”, do QGIS, de análise e visualização de dados climáticos mensais e anuais entre 1981 e 2025, para cobrir pequenos períodos que estavam faltando das estações meteorológicas. O “ClimaPlots” utilizada dados de sensoriamento remoto, estimando valores a partir de imagens de satélite da NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration*, para quadrículas de 0,25° por 0,25°, o que equivale a 27,5 km por 27,5 km, aproximadamente.

Para as médias de precipitação anual e precipitação mensal (com referência na Estação Belém – INMET), configurando as normais climatológicas de 30 anos, recorreu-se às séries históricas do INMET, abrangendo o período 1991-2020; ou, na ausência de séries mais completas, isto é, com ausência de dados para algumas estações, considerou-se o período 1981-2010 (INMET, 2022, 2026). Foram consultados, também, os prognósticos sazonais (trimestre) do “Boletim Climático da Amazônia” (Censipam, 2026), de 2017 a 2025, para se entender o comportamento da precipitação em cada período analisado.

### 3.2 Sistematização dos dados

Para realizar a análise, os dados absolutos coletados, seja das estações oficiais, seja por meio dos pluviômetros manuais, foram organizados na plataforma do Excel, empregando-se a

unidade habitual para chuva em milímetros (mm) para cada um dos intervalos temporais entre 2017 e 2025 (Quadro 2). A manifestação espacial destes dados apresenta a forma de ponto (Fig. 7), em que para cada estação ou pluviômetro foi dada uma denominação, e obtido o par de coordenadas em latitude e longitude (graus decimais). Para as estações, as coordenadas estão informadas nos *sites* que disponibilizam dados meteorológicos (INMET, ANA e Weather Underground). No caso dos demais pluviômetros (manuais), as coordenadas foram extraídas do Google Earth-Pro.

### 3.3 Processamento dos dados

Com os dados sistematizados, foi possível iniciar o processamento dos mesmos para obter os valores de precipitação da Macrozona Urbana de Ananindeua, e de acordo com os limites dos bairros definidos no ano de 2025 (Ananindeua, 2025). Tendo em vista que os dados absolutos inicialmente tinham manifestação pontual, recorreu-se ao processo de interpolação, que converte objetos discretos (pontos) em campos contínuos (área). Para isso, é fundamental possuir dados tanto no interior quanto fora da área de interesse, de modo que o resultado da interpolação permitisse compreender melhor os índices de precipitação de cada bairro de Ananindeua.

O método de interpolação usado foi o IDW (*Inverse Distance Weighted* – interpolação pelo inverso da distância), um procedimento determinístico de ponderação espacial que estima valores em locais não amostrados baseando-se na premissa de que pontos mais próximos exercem maior influência no resultado do que os distantes. No *software* QGIS, esta é uma ferramenta nativa, acessível pela caixa de ferramentas do menu “Processamento”; opera por meio de um atributo numérico da camada vetorial de pontos e da configuração de parâmetros essenciais, como o coeficiente de distância (potência) – que controla a suavização dos dados –, a extensão geográfica da análise e a resolução de saída (tamanho do *pixel*), resultando em uma superfície *raster* contínua (campo contínuo) que permite a visualização de tendências espaciais a partir de dados pontuais isolados.

Segundo Collischonn e Dornelles (2013), considera-se que a chuva em um local (ponto) pode ser calculada como uma média ponderada das chuvas registradas em um pluviômetro localizado em determinada região. A ponderação é feita de forma que os pluviômetros mais próximos tenham um peso maior no cálculo da média.

Foram interpolados dados localizados em diferentes bairros de Ananindeua, e locais de outros municípios de Marajó e Nordeste paraense, incluindo Belém – PA, Marituba – PA, Benevides – PA, Santa Izabel do Pará – PA, Santo Antônio do Tauá – PA e Castanhal – PA (Fig. 7). Inicialmente, manteve-se os valores em dados absolutos (mm).

Para realizar a interpolação e posteriormente a elaboração dos mapas, foi utilizado o *software* cartográfico livre QGIS, na versão 3.40.15. Como bases cartográficas, foram usadas as camadas vetoriais da Base Contínua – BC (versão 2025), disponibilizadas no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), dentro da série 1:250.000, mas compatível com mapeamentos até a escala de 1:100.000. A base dos limites de bairros, por sua vez, vem da Prefeitura Municipal de Ananindeua – PMA, que atualizou recentemente a divisão interna da Macrozona Urbana (Ananindeua, 2025).

Para dar início, no QGIS, foi importada uma versão em formato CSV da planilha Excel, com os dados sistematizados. Pela ferramenta de “Adicionar Camada de Texto Delimitado”, foi criada uma camada vetorial (*shapefile*) de ponto, com todas as estações meteorológicas e os pluviômetros manuais. Esta camada foi exportada com o Sistema de Referência de Coordenadas – SRC em UTM, no Fuso 22 S (EPSG: 31982), necessário para efetuar a interpolação com resolução espacial em metros (m).

Sendo assim, pelo menu Processamento > Caixa de ferramentas > Interpolação IDW, no QGIS, a camada vetorial de pontos foi usada para configurar os dados de entrada. O atributo escolhido foi o total da chuva em mm das estações meteorológicas e pluviômetros manuais. Para ajustar a suavidade (coeficiente de distância), foi utilizado o valor 10, sendo que o padrão automático é 2. Para finalizar, na extensão de saída, definiu-se uma resolução espacial de 10 m por *pixel*, ajustando-se a área para a interpolação pelos limites da Macrozona Urbana de Ananindeua. O produto da interpolação é um arquivo *raster*, e a partir dele foi possível gerar o mapeamento do quantitativo de chuvas para toda a área de interesse, nos diferentes períodos analisados entre 2017 e 2025.

Pelo menu Processamento > Caixa de ferramentas > Estatística Zonal, do QGIS, foram extraídos para cada bairro os valores médio, mínimo e máximo de precipitação, sendo cada um deles um arquivo vetorial separado, que depois foram exportados em formato de planilha Excel e unificados. Na sequência, calculou-se uma média geral, considerando todos os períodos. Para a estatística zonal, a camada de entrada foi a de bairros (vetorial), e a camada (de análise) o *raster* produto das interpolações realizadas.

Além disso, também no Excel (função CORREL) foi realizada a correlação, pelo método linear de Pearson (0,1 a 1: correlação positiva, -0,1 a -1, correlação negativa), entre as médias dos bairros da Macrozona Urbana de Ananindeua e os quantitativos das estações ou pluviômetros de Belém, Mosqueiro, Outeiro, Santa Izabel do Pará e Castanhal e Santo Antônio do Tauá. Esta análise teve por objetivo comparar a variabilidade da precipitação entre os bairros e também os pontos de coleta em outros municípios, na busca de identificar padrões sub-regionais.

A fórmula de correlação de Pearson, representada pelo coeficiente  $\rho$  (populacional) ou  $r$  (amostral), é uma ferramenta estatística que mede o grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas (Figueiredo Filho; Silva Junior, 2009). O cálculo consiste na razão entre a covariância das duas variáveis e o produto de seus respectivos desvios padrão, resultando em um valor que transita entre -1 e +1. Quando o resultado se aproxima de 1, indica uma correlação positiva perfeita; próximo a -1, uma correlação negativa perfeita; e valores próximos a 0 sugerem a ausência de uma relação linear. No contexto do seu estudo sobre as chuvas em Ananindeua, essa fórmula permite identificar o quanto a variação da precipitação em uma estação meteorológica explica a variação observada nos diferentes bairros analisados.

A equação matemática da correlação é expressa como:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n [(X_i - \bar{X}) \times (Y_i - \bar{Y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \times \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Com base na análise dos dados de precipitação, o resumo das correlações quantifica a força do vínculo linear (Tab. 1) entre a variabilidade pluviométrica das seis estações de referência e os 22 bairros de Ananindeua, totalizando 132 interações.

**Tabela 1:** Força do vínculo linear a partir da Correlação de Pearson

Classificação	Intervalo (R)
Forte	0,70 a 1,00
Moderada	0,40 a 0,69
Fraca	0,00 a 0,39

Fonte: elaborado pelo autor, 2026

Por fim, a planilha do Excel com os valores médio, mínimo e máximo de precipitação e as correlações, foi convertida para o formato CSV, e importada para o QGIS. Após, por meio da janela de Propriedades > Uniões, foi possível incorporar a planilha à tabela de atributos da camada de bairros. Exportou-se a camada como um novo arquivo vetorial, para em seguida iniciar a elaboração dos mapas.

### 3.4 Elaboração dos mapas

O mapeamento da distribuição espacial e temporal das chuvas na Macrozona Urbana de Ananindeua empregou o nível de apreensão exaustiva, entendida por Martinelli (2014) quando todos os atributos ou variáveis estão dispostas no mesmo mapa; e dinâmica (no

tempo), que o autor explica como a representação de transformações ou variações, no caso, a variabilidade climática (precipitação). O tipo de abordagem, por sua vez, é a quantitativa, empregada para comunicar quantidades, contagens dos fenômenos, sendo atribuídos valores numéricos que evidenciam proporcionalidade (Martinelli, 2014).

Em função da resolução espacial da interpolação dos dados, foi possível gerar mapas nas escalas de 1:100.000 até 1:120.000, compatível com a representação de dados na escala local. Todos os bairros foram mapeados, lembrando-se novamente que a análise não abrange as zonas rurais de Ananindeua.

O primeiro mapa elaborado foi o de distribuição das chuvas na Macrozona Urbana de Ananindeua (dados absolutos), com a representação temática quantitativa do tipo isarítmica (contínua e gradativa no espaço), na qual a precipitação é mapeada através de classes e isoietas (linhas de igual valor de precipitação). Neste mapa, um gradiente corocromático simboliza volumes de chuvas em diferentes intensidades visuais. Ao se comparar a série temporal (de 2017 a 2025), o mapa permite interpretar fenômenos como estiagens, enxurradas e anomalias de chuvas acima ou abaixo da média.

Já o segundo e terceiro mapas criados apresentam uma representação coroplética, na qual as variáveis estatísticas de média e correlação foram distribuídas espacialmente de forma discreta, delimitada pelos limites dos bairros de Ananindeua. Diferente do modelo isarítmico, que foca na continuidade do fenômeno, a representação coroplética utiliza as tonalidades de cor como uma variável visual quantitativa que permite comparar unidades territoriais; no caso, a correlação da média pluviométrica local com realidades próximas, servindo como uma ferramenta para a validação de dados meteorológicos e climáticos regionais.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análise dos dados absolutos

A análise dos dados absolutos considera os volumes de precipitação registrados em cada ponto de coleta em Ananindeua, comparando-os com os prognósticos climáticos, a média do mês e o esperado proporcional para o número de dias de observação, tendo-se como referência a Estação Belém – PA do INMET. Neste momento, aparecem apenas os bairros que contaram com alguma medição entre 2017 e 2025 (Tab. 2).

**Tabela 2:** Volumes de chuva (dados absolutos) e comparação com a normal climatológica da Estação Belém (INMET)

<b>Ano</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2025</b>
<b>Meses</b>	<b>Jul.-Ago.</b>	<b>Julho</b>	<b>Outubro</b>	<b>Setembro</b>	<b>Abr.-Maio</b>	<b>Junho</b>	<b>Setembro</b>
<b>Média (Belém) 1991-2020</b>	284,7	156	135,8	120,1	789,1	205,8	120,1
<b>Total do mês - Belém mm (%)</b>	248 (87,11)	121 (77,56)	276 (203,24)	232 (193,17)	1011 (128,12)	179* (86,76)	69 (57,45)
<b>Nº. de dias com coleta</b>	17	8	15	6	7	5	6
<b>Esperado (mm) para o nº. de dias</b>	78,06	40,26	65,71	24,02	90,55	34,3	24,02
<b>Volume registrado – Belém (mm) (dif.)</b>	36 (-42,06)	54 (+14)	95 (+29,29)	58 (+33,98)	169 (+78,45)	70 (+35,7)	25 (+ 0,98)
<b>Dados de campo: Ananindeua. Valores em mm</b>							
40 Horas (pluviôm. 1)						26	8
40 Horas (pluviôm. 2)							13
Águas Lindas	48			34	69	71	
Atalaia						65	
Aurá							9
Centro		44	121	80	80		
Cid. Nova (IANANI1)			62				15
Cidade Nova		50					20
Coqueiro	28			68	80	66	22
Curuçambá	32				83		
Distrito Industrial			94				21
Icuí-Guajará/Laranjeiras	28	42	75	85		25	29
Jaderlândia			146			60	
Júlia Seffer	31	47	90				

Maguari-Cajuí					60		
Paar			96				38
Média: Ananindeua	33,4	45,75	97,71	66,75	74,4	52,17	19,44

Fonte: elaborado pelo autor, 2026

\* Estimado pelo complemento “ClimaPlots”, do QGIS 3.40.8

Os valores esperados para cada período de observação foram calculados a partir da referência da normal climatológica mensal 1991-2020, da Estação Belém – INMET, sendo proporcional ao número de dias de cada período. Para viabilizar a análise comparativa de períodos distintos, adotou-se a média diária teórica como parâmetro de normalização. No caso de julho, com média histórica de 156 mm distribuída por 31 dias, obteve-se uma taxa de 5,03 mm/dia, o que projeta um valor esperado de 40,26 mm para um intervalo de oito dias. Essa métrica permite quantificar o desvio entre o registro observado e a climatologia local, funcionando como uma estimativa de referência, ainda que sujeita à alta variabilidade espacial e temporal característica do regime de precipitação.

#### 4.1.1 Julho-agosto de 2017

A previsão climática para julho-agosto do ano de 2017 indicava chuvas abaixo do normal para a RMB e seu entorno, com prognóstico de anomalia negativa (abaixo do normal) no trimestre junho – julho – agosto (Quadro 3).

Confirmando o prognóstico, choveu em Belém 248 mm em julho e agosto, abaixo da média do período, de 284,7 mm, o que corresponde a 87,11% do que era previsto; logo, nota-se o início da estiagem, o que é esperado para os meses de julho e agosto, dando o início ao “verão” amazônico. O volume médio inferido para 17 dias era de 78,06 mm, mas choveu de fato apenas 36 mm (Tab. 2). Tendo em vista que foram apenas 2 dias de agosto com coleta, os dados permitem inferir que o mês de julho deve ter sido mais seco.

Acompanhando o prognóstico da RMB e do seu entorno, os dados de campo para Ananindeua ficaram, na média, abaixo do que era esperado (78,06 mm), com 33,44 mm, bem próximo ao valor de Belém (36 mm), confirmando um cenário de estiagem também neste município. Apenas em Águas Lindas (48 mm) o valor da precipitação foi um pouco mais elevado. Os pontos que registraram os menores volumes de chuva foram o Coqueiro e o Icuí-Guajará, com 28 mm cada (Tab. 2).

**Quadro 3** – Prognósticos de anomalias de precipitação na Região Metropolitana de Belém e seu entorno, trimestres selecionados a partir de 2017

Ano	Trimestre	Prognóstico
2017	Junho – julho – agosto	Abaixo do normal (anomalia negativa)
2018	Julho – agosto – setembro	Acima do normal (anomalia negativa)
2018	Setembro – outubro – novembro	Normal (sem anomalia)
2019	Julho – agosto – setembro	Acima do normal (anomalia positiva)
2021	Abril – maio – junho	Acima do normal (anomalia positiva)
2022	Maio – junho – julho	Acima do normal (anomalia positiva)
2025	Agosto – setembro – outubro	Abaixo do normal (anomalia negativa)

Fonte: Censipam (2026). “Boletim Climático da Amazônia”

#### 4.1.2 Julho de 2018

A previsão climática para julho de 2018 também indicava chuvas abaixo do normal para a RMB e seu entorno, com prognóstico de anomalia negativa (abaixo do normal) no trimestre julho – agosto – setembro (Quadro 3).

Confirmando o prognóstico, choveu em Belém 121 mm, abaixo da média do mês de julho, de 156 mm, o que corresponde a 77,56% do que era previsto. Mais uma vez, tem-se o cenário de uma antecipação da estiagem, em transição para o “verão” amazônico. Porém, embora o volume médio inferido para 8 dias fosse de 40,26 mm, choveu 54 mm entre os dias 09 e 16 (Tab. 2), um pouco acima do previsto para 8 dias. Tendo em vista que isto equivale a quase metade (44,63%) do valor registrado naquele mês (121 mm), pode-se inferir que o início e o final de julho de 2018 foram mais secos (Tab. 2).

Acompanhando os valores registrados na Estação Belém, na média os dados de campo para Ananindeua ficaram um pouco acima do que era esperado (40,26 mm), com 45,75 mm. No ponto de coleta da Cidade Nova o valor da precipitação foi o mais elevado, com 50 mm, próximo ao que foi registrado em Belém (54 mm). Os demais pontos em Ananindeua seguiram a tendência bem de perto, com o menor volume de chuva no Icuí-Guajará, 42 mm, que também superou a previsão para 8 dias de julho (40,26 mm) (Tab. 2).

#### 4.1.3 Outubro de 2018

A previsão climática para outubro do ano de 2018 indicava chuvas normais para a RMB e seu entorno, com prognóstico de precipitação “normal” (sem anomalia) no trimestre setembro – outubro – novembro (Quadro 3).

No entanto, o prognóstico não se confirmou, e o mesmo não aconteceu nos outros trimestres que incluíam o mês de outubro, indicando previsão de anomalia negativa (abaixo da média) ou normal (Censipam, 2026). Dessa forma, choveu em Belém 276 mm em outubro de 2018, bem acima da média histórica do mês, de 135,8 mm, o que corresponde a 203,24% do que era previsto. Nota-se, assim, uma anomalia positiva de chuva, cenário que não é muito comum nesta época de “verão” amazônico. O volume médio inferido para 15 dias era de 65,71 mm, e choveu 95 mm, ou 29,29 mm acima do estimado para 15 dias (Tab. 2). Além disso, este volume corresponde a quase 70% da média histórica de outubro.

Acompanhando a dinâmica meteorológica verificada em Belém, os dados de campo para Ananindeua também demonstraram superávit, com média de 97,71 para 15 dias de medição, contando inclusive com marcas bem mais elevadas nos bairros da Jardelândia (146 mm) e Centro (121 mm). O menor volume foi registrado na Cidade Nova, com 62 mm, que permite concluir que em outubro de 2018 houve grande disparidade da precipitação entre os pontos de coleta (Tab. 2).

#### 4.1.4 Setembro de 2019

A previsão climática para setembro do ano de 2019 indicava chuvas acima do normal para a RMB e seu entorno, com prognóstico de anomalia positiva (acima do normal) no trimestre julho – agosto – setembro (Quadro 3).

Confirmando o prognóstico, choveu em Belém 232 mm, bem acima da média histórica do período, de 120,1 mm, o que corresponde a 193,17% do que era previsto. Nota-se, mais uma vez, um superávit, uma anomalia positiva em pleno “verão” amazônico e no mês considerado mais seco, que é setembro. Seguindo o comportamento geral do mês, o volume médio inferido para 6 dias era de 24,02 mm, mas choveu bem acima do previsto, com 58 mm na Estação Belém (Tab. 2).

Acompanhando o prognóstico da RMB e do seu entorno, os dados de campo para Ananindeua ficaram, na média, acima do que era esperado para 6 dias do mês de setembro (24,02 mm), com 66,75 mm, e também acima do valor de Belém (58 mm), confirmando, igualmente, um cenário de superávit neste município. O bairro com o maior índice foi o Icuí-Guajará (85 mm), destacando-se também o Centro (80 mm), com precipitação mais elevada, até, do que em Belém. Porém, em comparação com os demais pontos em Águas Lindas choveu pouco, apenas 34 mm, repetindo a disparidade ocorrida em outubro de 2018 (Tab. 2).

#### 4.1.5 Abril-maio de 2021

A previsão climática para abril-maio do ano de 2021 indicava chuvas acima do normal para a RMB e seu entorno, com prognóstico de anomalia positiva (acima do normal) no trimestre abril – maio – junho (Quadro 3).

Confirmando a previsão, choveu em Belém 1.011 mm nos dois meses, bem acima da média do período, de 789,1 mm, o que corresponde a 128,12% do que era previsto. Além disso, em apenas 2 meses choveu 33,82% do esperado para todo o ano (2.990 mm), fazendo do “inverno” amazônico de 2021 uma época muito chuvosa. O volume médio inferido para 7 dias era de 90,55 mm, mas choveu 169 mm, bem acima do valor previsto (Tab. 2).

Esta anomalia positiva, no entanto, não se fez sentir em Ananindeua, onde a média de precipitação ficou em 74,4 mm, abaixo do que era esperado (90,55 mm). O bairro de maior volume pluviométrico foi o Curuçambá, com 83 mm, e o de menor volume o Maguari-Cajuí, com 60 mm; nos dois casos, observa-se que choveu menos do que em Belém (169 mm) neste período de medição (Tab. 2).

#### 4.1.6 Junho de 2022

A previsão climática para junho do ano de 2022 indicava chuvas acima do normal para a RMB e seu entorno, com prognóstico de anomalia positiva (acima do normal) no trimestre maio – junho – julho (Quadro 3).

Contudo, este prognóstico não se confirmou, e o mesmo não aconteceu nos outros trimestres que incluíam o mês de junho, indicando valores de anomalia positiva para o mês (Censipam, 2026). Na Estação Belém foram registrados 179 mm, abaixo da média do período, de 205,8 mm, o que corresponde a 86,76% do que era previsto, situação que acontece com alguma frequência nesta época de transição para o “verão” amazônico. Porém, em relação ao estimado para 5 dias do mês de junho, 34,3 mm, choveu efetivamente 70 mm entre os dias 06 e 10 (Tab. 2). Tendo em vista que foi um mês ligeiramente mais seco que o normal, é possível que tenha ocorrido diminuição gradativa das chuvas para o final do mês.

Embora com um valor abaixo de Belém, também em Ananindeua choveu acima do estimado para 6 dias (34,3 mm), com média de 52,17 mm. O volume pluviométrico mais alto foi em Águas Lindas, 71 mm, o que é bastante semelhante a Belém (70 mm). Os pontos de

coleta que registraram os menores volumes de chuva foram o 40 Horas e o Icuí-Guajará, com 26 e 25 mm respectivamente, revelando uma disparidade espacial da precipitação (Tab. 2).

#### 4.1.7 Setembro de 2025

As previsões climáticas para setembro de 2025 indicavam chuvas abaixo do normal para a RMB e seu entorno, com prognóstico de anomalia negativa (abaixo do normal) no trimestre agosto – setembro – outubro (Quadro 3).

Confirmando este prognóstico, em setembro de 2025 choveu em Belém 69 mm, bem abaixo da média do mês, de 120,1 mm, o que corresponde a 57,45% do previsto; logo, a estiagem se intensificou no período, que se caracteriza como parte do “verão” amazônico. Se o volume médio inferido para 6 dias era de 24,02 mm, nota-se que de 16 a 21 de setembro daquele ano Belém ficou próxima, com 25 mm; mas que em algum momento do mês choveu menos do que era esperado.

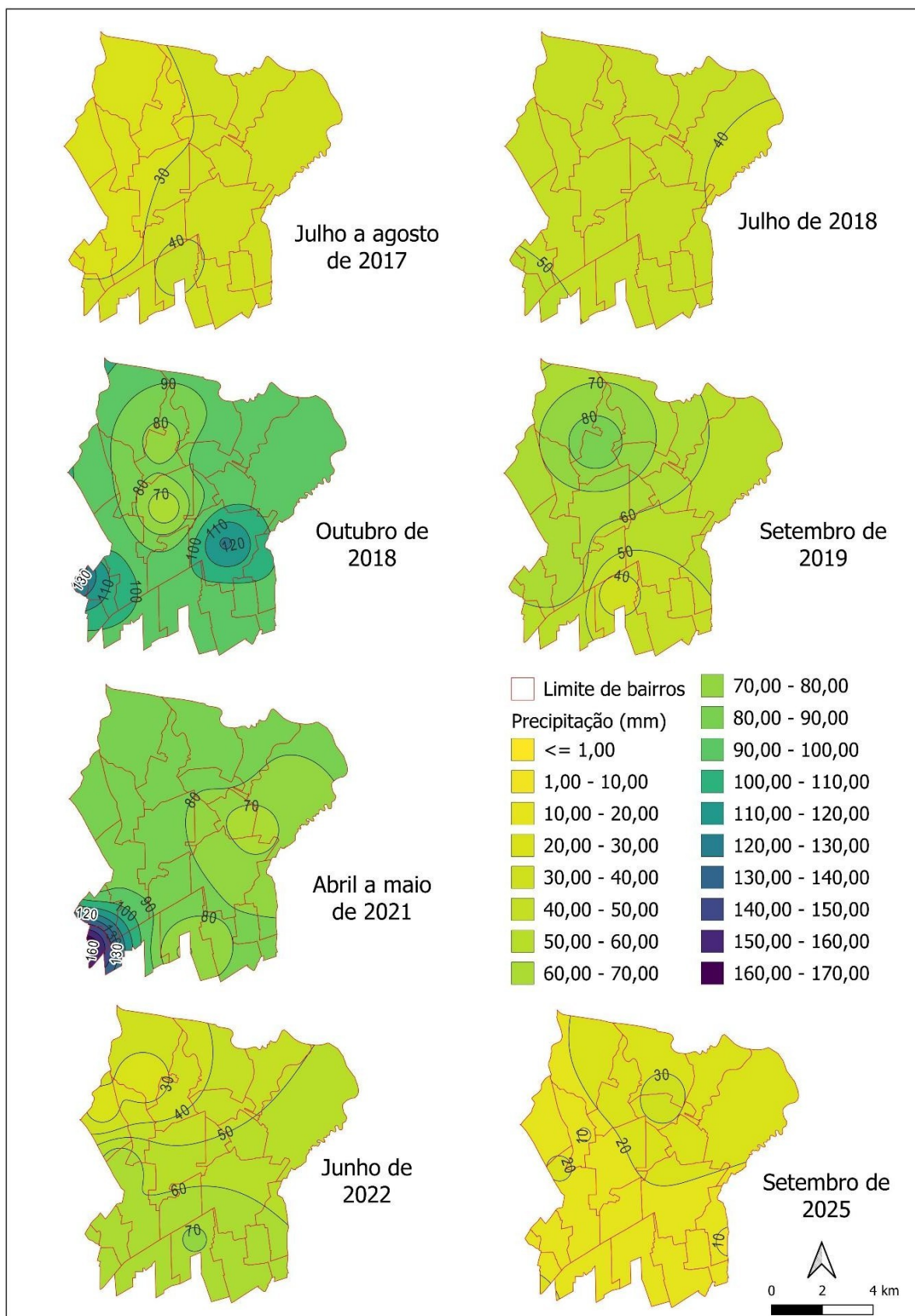
Acompanhando o prognóstico da RMB e do seu entorno, os dados de campo para Ananindeua ficaram, na média, abaixo do que era esperado para 6 dias (24,02 mm), com 19,44 mm, confirmando o cenário de estiagem no município, à semelhança de Belém do que estava acontecendo em Belém. Apenas no Icuí-Guajará (29 mm) e no Paaar (38 mm) choveu acima do que era esperado para 6 dias de setembro, respectivamente 5 mm e 14 mm, mas ainda assim não são volumes muito expressivos. Os pontos que registraram os menores volumes de chuva foram o 40 Horas (8 e 13 mm) e o Aurá (9 mm) (Tab. 2).

O mês de setembro de 2025 é, dentre os períodos analisados, o único que contém uma série completa de dados em Ananindeua, provenientes da Estação instalada na Cidade Nova (IANANI1, 2026). Nesta, foram registrados 59,31 mm de 01 a 30 de setembro, bem abaixo da média histórica de referência (Belém: 120,1 mm), ou 49,39% do que era esperado para o mês. Mais uma vez, confirma-se a intensificação de uma estiagem localmente.

## 4.2 Análise da variabilidade climática na totalidade da Macrozona Urbana

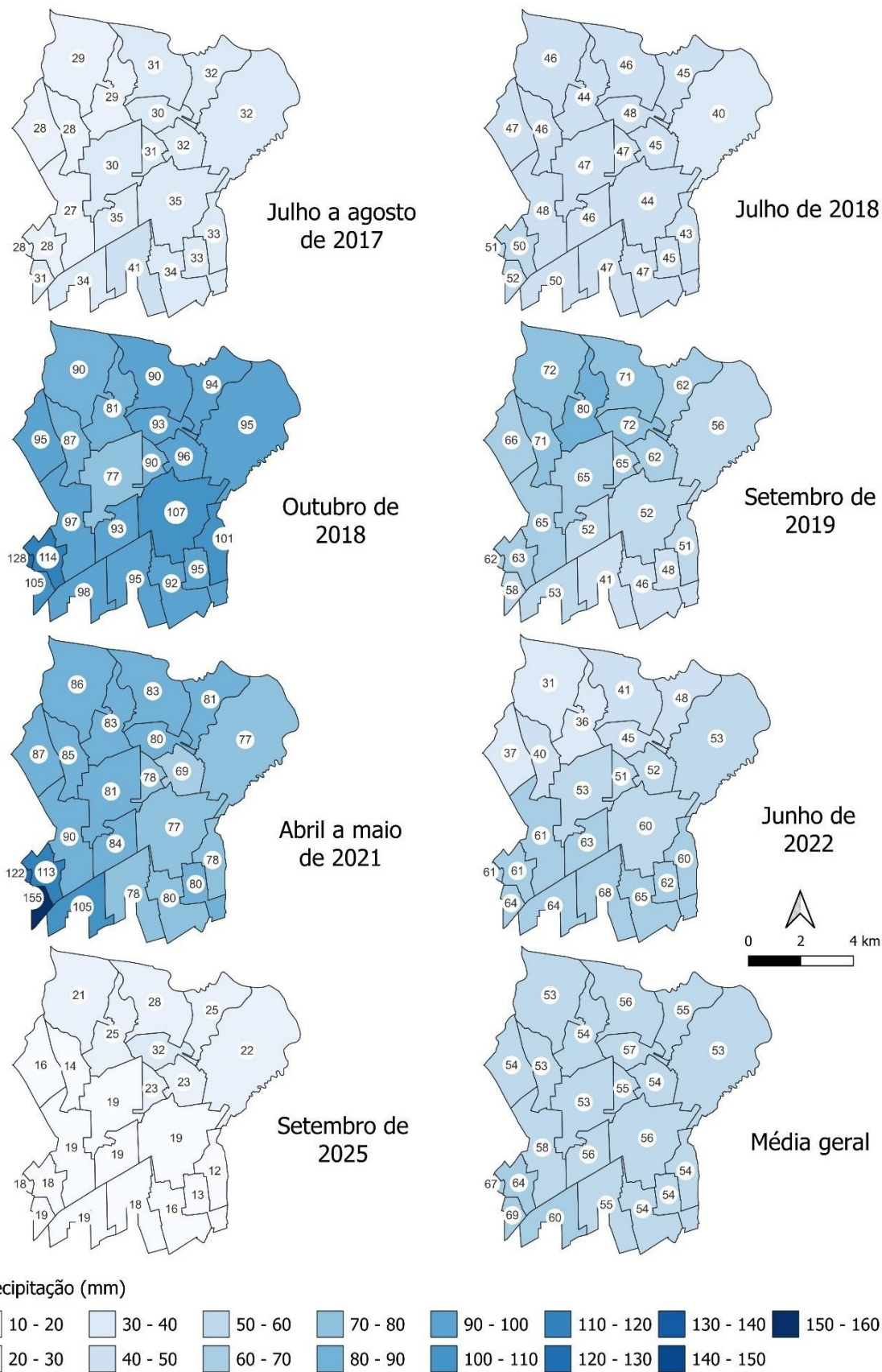
A partir da interpolação dos dados absolutos, pontuais, obteve-se os volumes absolutos (Fig. 8) e médios (Fig. 9) da precipitação na Macrozona Urbana de Ananindeua, permitindo uma análise mais completa da disparidade espacial da precipitação, inclusive no contexto sub-regional, pela comparação e correlação com pontos de coleta mais próximos (Tab. 3). Para as médias, além dos mapas por período foi possível elaborar a média geral para os bairros.

**Figura 8:** Mapa de distribuição da precipitação na Macrozona Urbana de Ananindeua – PA



Fonte: o autor, 2026

**Figura 9:** Mapa das médias da precipitação dos bairros na Macrozona Urbana de Ananindeua – PA



Fonte: o autor, 2026

**Tabela 3:** Volumes de precipitação em pontos de coleta mais próximos a Ananindeua - PA

<b>Ano</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2025</b>
<b>Meses</b>	<b>Jul.-Ago.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Out.</b>	<b>Set.</b>	<b>Abr.-Maio</b>	<b>Jun.</b>	<b>Set.</b>
<b>Dias</b>	<b>20-30, 01-06</b>	<b>09-16</b>	<b>01-15</b>	<b>20-25</b>	<b>26-30, 01-02</b>	<b>06-10</b>	<b>16-21</b>
<b>Local (distância – km*)</b>	<b>Valores de precipitação (mm)</b>						
Belém – 8,4	36	54	95	58	169	70	25
Outeiro – 13,7	43	88	147	0	82	45	30
Santa Izabel do Pará – 26,6	20	68	39	18	77	51	17
Mosqueiro – 28,3	61	59	28	0	100	51	13
Sto. Antônio do Tauá – 36,4	74	71	47	77	77	70	0
Castanhal – 49,4	14	68	66	18	8	23	3

Fonte: elaborado pelo autor com base em INMET, ANA, CEMADEN e Projeto “Boletim Meteorológico...”

\* Distância em linha reta para o centroide da Macrozona Urbana de Ananindeua

#### 4.2.1 Média geral de todos os períodos

No item anterior, verificou-se uma grande variabilidade da precipitação entre os bairros, com picos de 8 mm no 40 Horas (setembro de 2025) e 146 mm no Jaderlândia (outubro de 2018); e para um mesmo período, de 62 mm na Cidade Nova e 146 mm no Jaderlândia (outubro de 2018); chamando-se a atenção que todos os extremos ocorreram na época menos chuvosa na RMB, o “verão” amazônico (Tab. 2).

A partir da média geral da precipitação em todos os períodos analisados entre 2017 e 2025, foi possível observar uma distribuição relativamente homogênea na Macrozona Urbana de Ananindeua, com valores entre 53 mm e 69 mm, embora a maioria dos bairros apresente valores abaixo de 60 mm, o que indica uma homogeneidade climática na área. Por outro lado, nota-se que em bairros da parte sudoeste da Macrozona Urbana ocorre um ligeiro aumento da precipitação média, nos limites com o município de Belém, caso de Atalaia (69 mm), Una (67 mm), Jaderlândia (64 mm) e Guanarabara (60 mm) (Fig. 9).

#### 4.2.2 Julho-agosto de 2017

No primeiro período analisado, entre julho e agosto de 2017, os valores absolutos mostraram uma diferença total de 20 mm entre os pontos de maior (48 mm – Águas Lindas) e menor precipitação (28 mm – Coqueiro e Icuí-Guajará) (Tab. 2), sendo menos expressiva ainda para as médias, apenas 14 mm (Jiboia Branca 27 mm, Águas Lindas 41 mm). A distribuição total pelos bairros, tanto para valores absolutos quanto para as médias (Fig. 8-9), mostra que apesar da pouca variação total, choveu menos na parte ocidental da Macrozona

Urbana, onde foram sentidos com mais intensidade os efeitos da anomalia negativa ocorrida no período; e em relação direta com o baixo volume de chuvas registrado em Belém (36 mm) e Outeiro (43 mm). Os volumes para outros pontos de comparação também indicam a anomalia em nível sub-regional, sobretudo em Santa Izabel do Pará (20 mm) e Castanhal (14 mm) (Tab. 3).

Para esta época, espera-se a atuação de fatores de meso e microescla, com chuvas convectivas, associadas a linhas de instabilidade – LI, brisas e evaporação local (Bastos *et al.*, 2002), cenário típico do início do “verão” amazônico, que em 2017 teve uma antecipação da estiagem. Isto foi provocado por uma anomalia positiva da temperatura superficial do mar – TSM no Atlântico Norte, em julho, o que favoreceu o posicionamento da ZCIT mais ao norte do planeta (Censipam, 2026), reduzindo-se, assim, a precipitação nos municípios da RMB e nordeste paraense.

#### 4.2.3 Julho de 2018

Para o período de julho 2018, os valores absolutos mostram uma diferença total de 8 mm entre os pontos de maior (50 mm – Cidade Nova) e menor precipitação (42 mm – Icuí-Guajará) (Tab. 2), sendo um pouco mais expressiva para as médias, com 12 mm (52 mm – Atalaia, 40 mm – Distrito Industrial). Também neste período a distribuição total pelos bairros é mais homogênea (Fig. 8-9), com volumes pluviométricos um pouco mais elevados apenas na parte sudoeste da Macrozona Urbana, nos limites com Belém, onde o volume registrado foi de 54 mm. Os volumes para os outros pontos foram maiores que os de Belém e Ananindeua, destacando-se Outeiro com 88 mm e Santo Antônio do Tauá com 71 mm (Tab. 3).

Mais uma vez, este é um período de atuação de fatores de meso e microescla, com chuvas convectivas, associadas a linhas de instabilidade – LI, brisas e evaporação local (Bastos *et al.*, 2002). Apesar da anomalia negativa do mês, não se verificou alterações significativas da TSM no oceano Atlântico, tampouco o fenômeno *El Niño* (Censipam, 2026).

#### 4.2.4 Outubro de 2018

Analisando o período de outubro 2018, tem-se uma diferença total expressiva, de 84 mm entre os pontos de maior (146 mm – Jardelândia) e menor precipitação (62 mm – Cidade Nova) (Tab. 1), e também para as médias, com 51 mm (128 mm – Una com 128 mm, 77 mm – Cidade Nova). A distribuição total pelos bairros, tanto para os valores absolutos quanto para as médias (Fig. 8-9), indica maiores volumes de chuva para o sudoeste e oeste da Macrozona Urbana, nos limites com Belém e Marituba, sendo superior a 100 mm. Apenas o

bairro da Cidade Nova registrou precipitação abaixo de 80 mm. Diferenças pluviométricas significativas mesmo entre pontos próximos são esperadas no período de “verão”, por causa da atuação de chuvas convectivas mais localizadas, resultantes de fatores de meso e microescala como a evaporação, as LI e as brisas (Bastos *et al.*, 2002),

Apesar da previsão ser de anomalia negativa, lembra-se que outubro de 2018 teve, efetivamente, uma anomalia positiva de chuva, cenário que não é muito comum no “verão” amazônico. Os volumes para outros pontos de comparação, porém, indicam um evento mais localizado, especialmente em Belém (95 mm), Outeiro (147 mm) e Ananindeua (média de 97,71 mm), sendo menor que 70 mm nos demais (Tab. 2-3). No cenário climático global, o mês de outubro abriu um trimestre com *El Niño*, ou seja, TSM acima da média no oceano Pacífico tropical (Censipam, 2026), e talvez por isso não tenha provocado efeitos nos municípios da RMB e seu entorno.

#### 4.2.5 Setembro de 2019

No mês de setembro de 2019, os valores absolutos mostraram diferença total de 51 mm entre os pontos de maior (85 mm – Icuí-Guajará) e menor precipitação (34 mm – Águas Lindas) (Tab. 2), e 39 mm para as médias (80 mm – Icuí-Guajará, 41 mm – Águas Lindas). Assim, na distribuição total pelos bairros, tanto para valores absolutos quanto para as médias (Fig. 8-9), percebe-se que choveu mais na parte norte e noroeste da Macrozona Urbana. Este foi um período de anomalia positiva da chuva, mas aparentemente de efeitos mais localizados, tanto que os valores são mais expressivos apenas em Belém (58 mm), Santo Antônio do Tauá (77 mm), e na média de Ananindeua (66,75 mm) (Tab. 2-3).

Para este período, no “verão” amazônico, mais uma vez se espera que fenômenos de anomalia positiva façam aumentar o efeito de chuvas convectivas, resultantes de evaporação local, LI e brisas (Bastos *et al.*, 2002). A análise climática para setembro de 2019 indica anomalias negativas da TSM no oceano Pacífico equatorial (Censipam, 2026), o que pode ter influenciado nessa elevação do volume pluviométrico.

#### 4.2.6 Abril-maio de 2021

A análise do período de abril a maio de 2021 mostra que os valores absolutos tiveram uma diferença total de 23 mm entre os pontos de maior (83 mm – Curuçambá) e menor precipitação (60 mm – Maguari-Açú) (Tab. 2), sendo, porém, mais expressiva nas médias, com 78 (155 mm – Atalaia, 77 mm – Distrito Industrial e Centro). Apesar de uma distribuição mais homogênea na maioria dos bairros da Macrozona Urbana, com valores entre 70 mm e 90

mm, absolutos quanto para as médias, para sudoeste ocorre um aumento significativo, chegando a mais de 160 mm (Fig. 8-9); onde, portanto, os efeitos da anomalia positiva do período foram mais sentidos. Os volumes para outros pontos indicam volumes de chuva elevados, sobretudo, em Outeiro (82 mm), Mosqueiro (100 mm), Belém (169 mm), porém foi baixo em Castanhal, com apenas 8 mm (Tab. 3).

Para esta época, que entre os períodos é o único que abrange em parte o “inverno” amazônico, o principal fator atuante é a ZCIT, na macroescala (Bastos *et al.*, 2002). Uma distribuição de anomalias positivas da TSM no Atlântico sul modificou a circulação atmosférica e fortaleceu a instabilidade no norte da Amazônia legal, associada ao fenômeno *La Niña*, com anomalia negativa da TSM no oceano Pacífico equatorial (Censipam, 2026).

#### 4.2.7 Junho de 2022

Analisando o período de junho do ano de 2022, nota-se entre os valores absolutos uma diferença de 46 mm entre os pontos de maior (71 mm – Águas Lindas) e de menor precipitação (25mm – Icuí-Guajará) (Tab. 2), sendo menos expressiva nas médias, com 37 mm (68 mm – Águas Lindas, 31 mm – Icuí-Laranjeira). A distribuição total pelos bairros, tanto para valores absolutos quanto para as médias (Fig. 8-9), mostra uma distribuição em faixas de precipitação, de 30 mm a 70 mm, com volumes mais elevados na parte sul da Macrozona Urbana, e menos elevados para norte e noroeste. Neste período não se verificou anomalia de chuvas, e nos outros pontos os volumes variaram de 23 mm em Castanhal a 70 mm em Belém e Santo Antônio do Tauá (70 mm), com média de 52,17 mm em Ananindeua (Tab. 2-3).

Para esta época, espera-se a atuação de chuvas convectivas, associadas a linhas de instabilidade – LI e brisas (Bastos *et al.*, 2002), comum para o mês de junho, em transição para o “verão” amazônico. No Atlântico Tropical norte a TSM esteve próxima da média histórica, enquanto no Atlântico Tropical sul, ocorreram anomalias positivas, cenário que favorece o desenvolvimento de instabilidades sobre a Amazônia Legal (Censipam, 2026); porém, isto não ocorreu na RMB e no seu entorno, onde as precipitações ficaram abaixo da média histórica do mês, de 205,8 mm, com 179 mm de precipitação real em Belém.

#### 4.2.8 Setembro de 2025

Na análise do último período, em setembro de 2025, os valores absolutos mostraram uma diferença de 30 mm entre os pontos de maior (38 mm – Paar) e menor precipitação (8 mm – 40 horas) (Tab. 2), sendo menos expressiva para as médias, com 20 mm (32 mm – Paar, 12 mm – Aurá). A distribuição total pelos bairros, tanto para valores absolutos quanto para as médias (Fig. 8-9), mostra que, mesmo tendo pouca variação total (10 a 30 mm), os maiores volumes pluviométricos se encontram a norte e nordeste da Macrozona Urbana. Neste mês, em que se verifica a transição para o “verão” amazônico, ocorreu anomalia negativa da chuva em nível sub-regional, com valores entre 0 mm em Santo Antônio do Tauá (0 mm) e 30 mm em Outeiro, sendo menor que 20 mm também em Santa Izabel do Pará (17 mm), Mosqueiro (13 mm) e Castanhal (3 mm) (Tab. 3). A média geral de Ananindeua foi de 19,4 mm (Tab. 2).

Para este período, novamente se observa um cenário de chuvas convectivas, provocadas pela evaporação local, podendo ainda ter a influência de fatores de mesoescala, com as LI (Bastos *et al.*, 2002). No oceano Atlântico Norte, prevaleceu uma anomalia positiva da TSM, favorecendo a redução das chuvas (Censipam, 2026).

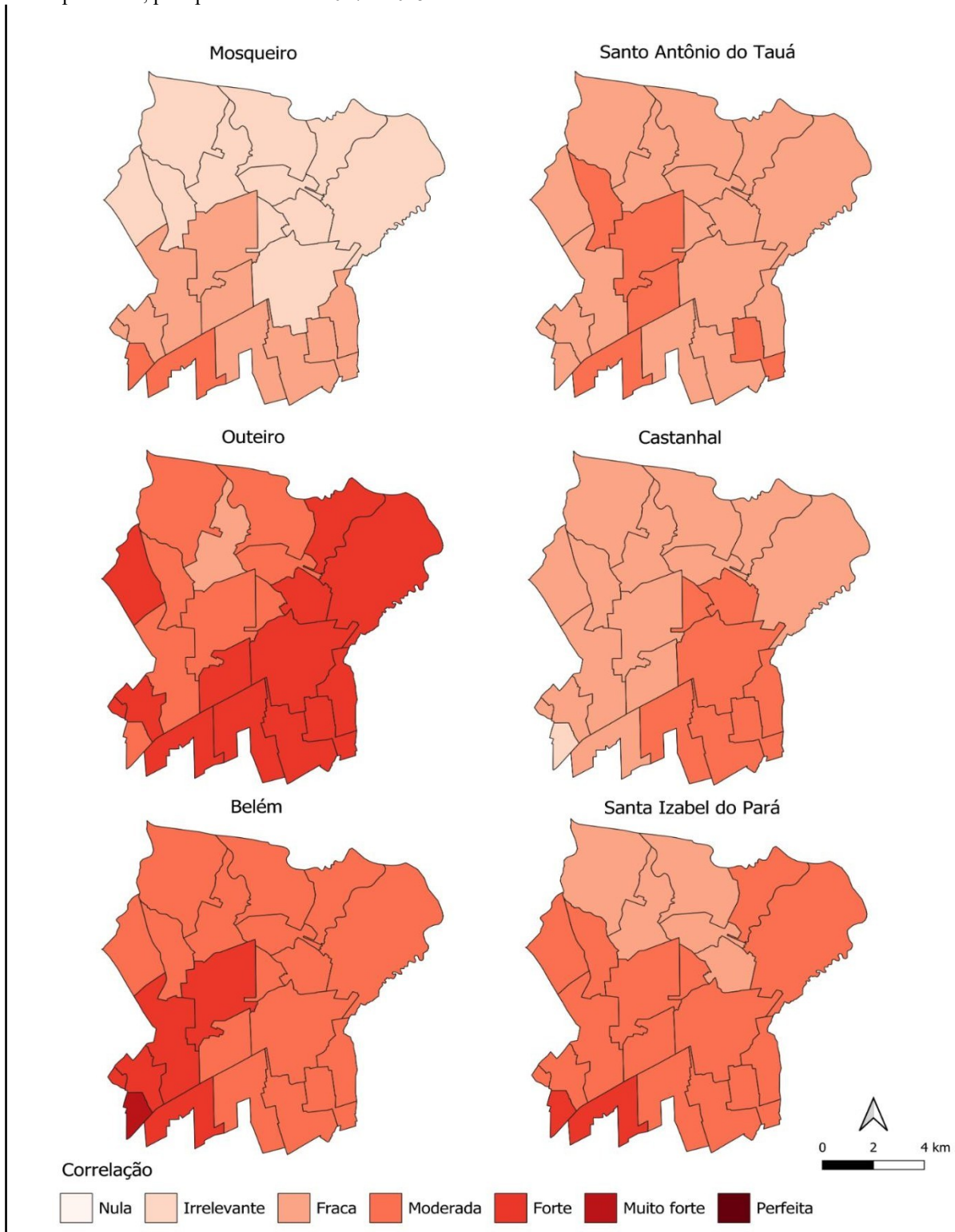
#### 4.2.9 Correlações sub-regionais

O mapa de correlação (Fig. 10) ajuda a avaliar o padrão de precipitação entre os bairros da Macrozona Urbana de Ananindeua e alguns locais próximos, portanto, em nível sub-regional. A análise indica correlação bastante variável, em que:

- Com Belém, de “moderada” a “forte” e “muito forte”;
- Com Outeiro, de “fraca” a “moderada” e “forte”;
- Com Santa Izabel do Pará, de “fraca” a “moderada” e “forte”;
- Com Santo Antônio do Tauá, de “fraca” a “moderada”;
- Com Castanhal e Mosqueiro, de “irrelevante” a “fraca” e “moderada”.

As correlações mais significativas com Belém confirmam as análises efetuadas nos tópicos anteriores, com muitas semelhanças da dinâmica climática nos dois municípios. Apesar da distância, a distribuição espacial das correlações com Santa Izabel do Pará é parecida com a Belém, com a ressalva de que perde força para o norte da Macrozona Urbana. Este é um aspecto que pode indicar um certo padrão climático nesta faixa da RMB, com ocorrência do tipo Af da classificação de Köppen-Geiger (Martorano *et al.*, 1993).

**Figura 10:** Mapa de correlação da precipitação entre os bairros da Macrozona Urbana de Ananindeua – PA e locais próximos, para períodos entre 2017 e 2025



Fonte: o autor, 2026

As correlações com Outeiro, na sua distribuição espacial, são mais expressivas para leste, sul, sudeste e oeste, e à semelhança de Santa Izabel do Pará vai se tornando mais fraca para o norte. Isto pode indicar que Outeiro pode ter um padrão climático parecido com a faixa já identificada entre Belém e Santa Izabel do Pará.

Como era de se esperar, as correlações menos significativas para os bairros da Macrozona Urbana se deram nas estações mais distantes de Ananindeua, ou seja, Mosqueiro, Santo Antônio do Tauá e Castanhal. De modo geral, observou-se um padrão mais bem definido nas correlações com Castanhal, tornando-se menor quanto mais se aproxima de Belém; e com Mosqueiro, que por ser semelhante ao que se verificou para Outeiro, pode ter relação com aquela faixa climática indicada entre Belém e Santa Izabel do Pará. Para Santo Antônio do Tauá, não se tem uma variação pela lógica da distância.

Desse modo, à medida que se observa o afastamento de Belém e de Ananindeua, verifica-se uma transição gradual nas características climáticas sub-regionais, passando do tipo Af para o tipo Am da classificação de Köppen-Geiger (Martorano *et al.*, 1993). Essa transição pode evidenciar a influência conjunta da continentalidade e da dinâmica atmosférica mais local na configuração dos padrões pluviométricos do nordeste paraense.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve o objetivo de analisar a distribuição espaço-temporal das chuvas na Macrozona Urbana de Ananindeua, no Estado do Pará, com dados de precipitação em períodos descontínuos entre os anos de 2017 a 2025, utilizando de dados de campo e outras fontes provenientes de técnicas do sensoriamento remoto. Pela falta de dados mais contínuos, admite-se que o trabalho possui um caráter exploratório.

Dessa maneira, percebeu-se que os resultados evidenciaram a ocorrência de períodos de estiagem no segundo semestre do ano, que corresponde, no padrão sazonal característico da RMB e nordeste paraense, ao “verão” amazônico. Além disso, observou-se uma grande variabilidade temporal e espacial entre os bairros da Macrozona Urbana durante o “verão”, para o que contribui fenômenos de anomalia como o *El Niño*, *La Niña* e da TSM no oceano Atlântico. Para o período de “inverno”, entre dezembro e maio, quando chove mais, os dados de campo foram limitados, com uma apenas uma análise para abril e maio de 2021, verificando-se anomalia positiva das chuvas.

Anomalias positivas de precipitação foram identificadas em setembro de 2019 e abril-maio de 2021; anomalias negativas em julho-agosto de 2017, julho de 2018, outubro de 2018, junho de 2022 e setembro de 2025. Assim, houve mais eventos de anomalia negativa. Em relação aos prognósticos, estes não foram confirmados pela dinâmica local da precipitação apenas em 2 períodos, outubro de 2018 e junho de 2022.

O emprego de geotecnologias se apresentou como uma ferramenta muito útil, por meio da localização dos pontos de coleta, métodos de interpolação IDW, e espacialização em campos contínuos ou em objetos discretos de valores absolutos, médias e/ou correlações, permitindo a análise espacial de dados e a elaboração de mapas climatológicos.

Na média geral da precipitação e em de forma recorrente em vários dos períodos analisados, a porção sudoeste da Macrozona Urbana apresentou volumes de precipitação superiores, em relação direta com a proximidade a Belém. No restante da área, observou-se certa homogeneidade climática. Admitindo-se que se trata de uma análise ainda parcial, com séries de dados descontínuos, os resultados apontaram como bairros mais chuvosos os de Atalaia (69 mm), Una (67 mm) e Jaderlândia (64 mm); e os menos chuvosos, 40 Horas (53 mm), Distrito Industrial (53 mm), Icuí-Laranjeiras (53 mm) e Cidade Nova (53 mm).

Além disso, percebeu-se correlações mais significativas com Belém, Santa Izabel do Pará e Outeiro, o que sugere mais semelhanças do comportamento temporal e espacial das chuvas nesta faixa da RMB, onde ocorre plenamente o tipo de clima Af, mais úmido. As

correlações menos significativas com Mosqueiro, Santo Antônio do Tauá e Castanhal devem estar relacionadas com a realidade de transição climática destes municípios, gradando do tipo Af para o Am, ligeiramente mais seco.

Como limitações, destaca-se mais uma vez a descontinuidade das séries de dados de campo; a ausência de medições em determinados anos (2020, 2023 e 2024); e a possibilidade de haver dados sub ou superestimados nas medições dos pluviômetros manuais, haja vista que estes dados não são validados.

Apesar das limitações, os resultados possibilitaram gerar um entendimento local e sub-regional de fenômenos atmosféricos em Ananindeua, na RMB e seu entorno, identificando-se eventos hidrometeorológicos sazonais de estiagem e superávit de chuvas, e explicações dos fatores de macro, meso e microescala que provocam tais eventos. Neste sentido, espera-se que o estudo possa contribuir com novas informações sobre a dinâmica climática em Ananindeua, com ênfase para sua Macrozona Urbana.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Monik. **Precipitação nas Mesorregiões do Estado do Pará:** climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M; GERD, S. **Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, dez. 2013.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. **Portal HidroWeb:** Sistema de Informações Hidrológicas. Brasília, DF: ANA, 2026. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 13 jan. 2026.
- ANANINDEUA. Prefeitura Municipal. **Lei nº 3.431, de 13 de fevereiro de 2025.** Dispõe sobre a criação e delimitação dos bairros situados na área urbana de Ananindeua, e dá outras providências. Ananindeua – PA, 2025.
- BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. de A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128.)
- CARVALHO, L. Faz frio em Belém em julho? saiba quais estações existem na capital paraense. **O Liberal**, Belém, 25 jun. 2024. Disponível em: <<https://www.oliberal.com/belem/faz-frio-em-belem-em-junho-saiba-quais-estacoes-existem-na-capital-paraense-1.829477>>. Acesso em: 04 fev. 2026.
- CENSIPAM. Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia. **Boletim Monitoramento Meteorológico:** Boletim Climático da Amazônia. Disponível em: <<https://panorama.sipam.gov.br/painel/meteorologia/boletimclimatico/edicoes>>. Acesso em: 25 fev. 2026.
- COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE, C. A. Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na Amazônia. **Climanálise**, São José dos Campos, v. 4, n. 11, p. 34–40, nov. 1989.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais.** Porto Alegre: Editora ABRH, 2013.
- EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Boletim Agrometeorológico de 2007 para Belém, PA.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. (Documentos, n. 3589.)

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. da. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, jan. 2009.

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

FREIRE, J. L. M.; LIMA, J. R. A.; CAVALCANTI, E. P. Análise de aspectos meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em anos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 429–444, set. 2011.

GOMES, D. J. C.; BELTRÃO, N. E. S. Impacts of ocean-atmosphere interaction phenomena on hydrometeorology of the Gurupi river watershed, Eastern Amazon. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 34, n. 20, p. 643–667, jul. 2024.

IANANI1. Weather Underground. **Personal Weather Station Dashboard: IANANI1** (Ananindeua, PA). Disponível em: <https://www.wunderground.com/dashboard/pws/IANANI1>. Acesso em: 12 maio. 2026.

IBGE. **Bases cartográficas contínuas – Brasil: BC 250**. Atualizado em 24/03/2026. Rio de Janeiro, 2026. Escala 1:250.000. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html>>. Acesso em: 12 fev. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas: gráficos**. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>>. Acesso em: 05 fev. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020**. Brasília, DF: INMET, 2022. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 05 fev. 2026.

MACHADO-LIMA, J. C. *et al.* Sazonalidade dos elementos do clima e sua influência na serapilheira em uma floresta sucessional na Amazônia oriental. **Revista Florestal Mesoamericana Kurú**, [s. l.] v. 18, n. 42, p. 57-67, 2021.

MARTINELLI, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 2014.

MARTORANO, L. G.; PEREIRA, L. C.; CEZAR, E. G. M.; PEREIRA, I. C. B. **Estudos climáticos do Estado do Pará: classificação climática (Koppen) e deficiência hídrica** (Thornthwaite, Mather). Belém: FCAP/SUDAM/EMBRAPA, 1993.

MATOS, A. P. de; COHEN, J. C. P.; CAVALCANTE, L. P.; PONTES, P. R. M. Circulação de brisa e a banda de precipitação na margem leste da baía de Marajó. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n. esp., p. 110-114, 2016.

MOLION, L. C. B. Climatologia dinâmica da Região Amazônica: mecanismos de precipitação.

**Revista Brasileira de Meteorologia**, v.2, p.107-117. 1987.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. **Comparação de perdas de radiação de onda longa entre eventos El Niño e La Niña**. [S. l.]: edição dos autores, 2002. (Não publicado.)

MOLION, L. C. B; KOUSKY, V. E **Climatologia dinâmica da troposfera sobre uma tropical da Amazônia**. São José dos Campos – SP: INPE, 1985. (INPE-3560-RPE/480.)

MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 1, p. 101-108, jun. 2005.

MOTA, G. V.; SAMPAIO, S. M. V. Geotecnologias aplicadas à análise da vulnerabilidade socioambiental frente aos eventos de inundações em áreas urbanas. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: UNICAMP, 2017. p. 5566-5577.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Anuário Climatológico do Estado do Pará: ano 2020**. Belém: SEMAS, 2024. disponível em: [https://www.semas.pa.gov.br/hidromet/pages/anuario\\_climatologico](https://www.semas.pa.gov.br/hidromet/pages/anuario_climatologico). Acesso em: 12 fev 2026.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Göttingen, v. 11, p. 1633–1644, out. 2007.

PONTES, M. L. C.; LIMA, A. M. M. de; SILVA JUNIOR, J. A.; SADECK, C. C. A. Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da urbanização. **Caderno de Geografia**, v.27, n.49, P. 285-303, 2017.

ROCHA, E. J. P. **Balanco de umidade e influências de condições de contorno superficiais sobre a precipitação da Amazônia**. 2001. 210 f. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São Paulo, 2001.

ROCHA, E. J. P. **Balanco de umidade na Amazônia durante o experimento FLUAMAZON**. 1991. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Departamento de Ciências Atmosféricas/IAG, USP, São Paulo, 1991.

SALATI, E. *et al.* Tendências das variações climáticas para o Brasil no Século XX e Balanços Hídricos para Cenários Climáticos para o Século XXI. In: SBF/MMA. **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade**: Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Relatório 4. Brasília, 2007.

SANTOS, D. C.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. C.; BRITO, J. I. B; Variabilidade Climática de Regiões Pluviometricamente Homogêneas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, n. 4, p. 903-918, dez. 2013.

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, n. 5, p. 1110–1120, jan. 2013.

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Pentad precipitation climatology over Brazil and the associated atmospheric mechanisms. **Climanálise**, São José dos Campos, v. 5, n.6 p. 36-44. jan. 2003.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V.; ARAÚJO, L. E. Classificação da Precipitação Diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na Cidade do Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.02, p. 250-268, out. 2012.

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. Intraseasonal and submonthly variability over the Eastern Amazon and Northeast Brazil during the autumn rainy season. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 81, n. 3-4, p. 177–191, maio 2005.

TOWNER, J.; CLOKE, H. L.; LAVADO, W.; SANTINI, W.; BAZO, J.; PEREZ, E. C.; STEPHENS, E. M. Atribuição de inundações na Amazônia a modos de variabilidade climática: uma revisão. **Meteorological Applications**, v. 27, n. 5, p. 1–36, 2020.

TOWNER, J.; FICCHI, A.; CLOKE, H. L.; BAZO, J.; PEREZ, E. C.; STEPHENS, E. M. Influence of ENSO and tropical Atlantic climate variability on flood characteristics in the Amazon basin. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 25, p. 3875–3895, 2021.