

Documentos

502

Belém, PA / Junho, 2025

Boletim agrometeorológico de 2023 para Belém, PA



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura e Pecuária*

ISSN 1517-2201 / e-ISSN 1983-0513

Documentos 502

Junho, 2025

Boletim agrometeorológico de 2023 para Belém, PA

*Nilza Araujo Pachêco
Alailson Venceslau Santiago
Allison Reynaldo da Costa Castro*

*Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2025*

Embrapa Amazônia Oriental	Edição executiva e revisão de texto
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n 66095-903 Belém, PA www.embrapa.br/amazonia-oriental www.embrapa.br/fale-conosco/sac	<i>Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana</i>
Comitê Local de Publicações	Normalização bibliográfica
Presidente <i>Bruno Giovany de Maria</i>	<i>Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves</i>
Secretária-executiva <i>Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana</i>	Projeto gráfico
Membros	<i>Leandro Sousa Fazio</i>
<i>Adelina do Socorro Serrão Belém</i>	Diagramação
<i>Alysson Roberto Baizi e Silva</i>	<i>Vitor Trindade Lôbo</i>
<i>Andrea Liliane Pereira da Silva</i>	Fotos da capa
<i>Anna Christina Monteiro Roffé Borges</i>	<i>Márcio Luís Saraiva Pinto</i>
<i>Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro</i>	
<i>Delman de Almeida Gonçalves</i>	
<i>Marivaldo Rodrigues Figueiró</i>	
<i>Vitor Trindade Lôbo</i>	
	Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Pachêco, Nilza Araujo

Boletim agrometeorológico de 2023 para Belém, PA / Nilza Araujo Pachêco, Alailson Venceslau Santiago, Allison Reynaldo da Costa Castro. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2025.

PDF (26 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, e-ISSN 1983-0513 ; 502)

1. Meteorologia. 2. Dados meteorológicos. 3. Clima. I. Santiago, Alailson Venceslau. II. Castro, Allison Reynaldo da Costa. III. Embrapa Amazônia Oriental. IV. Série. V. Título.

CDD (21. ed). 630.2515098115

Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves (CRB-2/495)

© 2025 Embrapa

Autores

Nilza Araujo Pachêco

Engenheira-agrônoma, mestre em Meteorologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Alailson Venceslau Santiago

Meteorologista, doutor em Física do Ambiente Agrícola, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Allison Reynaldo da Costa Castro

Geógrafo, mestre em Geografia, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Os autores agradecem a todos que contribuíram para a concretização do *Boletim Agrometeorológico de 2023 para Belém, PA*, destacando-se os técnicos do Laboratório de Agrometeorologia, Ivanildo José Batista Lobo e Ruiterclei Gusmão dos Santos, pela coleta de dados meteorológicos na estação da Embrapa Amazônia Oriental.

Da mesma forma, agradecem a Raimundo Bento Ferreira e Reginaldo Ramos Frazão, técnicos aposentados da Embrapa Amazônia Oriental, pelo legado de conhecimentos transmitidos aos subsequentes colaboradores do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Amazônia Oriental.

Ao mesmo tempo, prestam homenagem à memória dos técnicos José Luiz de Souza Coelho e Francisco Roberto Xavier do Nascimento, pela valiosa contribuição nas observações meteorológicas, e da pesquisadora Therezinha Xavier Bastos, pelos valiosos conhecimentos e ensinamentos deixados ao Laboratório de Agrometeorologia da empresa e ainda pela importante contribuição para as pesquisas agrometeorológicas na região amazônica, através de trabalhos técnicos e científicos, destacando-se os zoneamentos agroclimáticos e o zoneamento agrícola de risco climático para importantes culturas da região amazônica e análises climáticas da região de Belém.

Apresentação

Considerando a relevância das informações meteorológicas para temas relacionados ao clima, como pesquisas agroflorestais e variação climática, o Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Amazônia Oriental vem dando continuidade ao monitoramento de dados meteorológicos obtidos na estação de superfície instalada em Belém, PA, e disponibilizando-os em boletins agrometeorológicos. Essas informações são fundamentais para dar subsídios a diversos setores da sociedade, como estudo da variabilidade climática da região e aplicação em zoneamentos agroclimáticos e zoneamento agrícola de risco climático, além de atender demandas relacionadas ao ensino e à pesquisa.

Assim sendo, lança-se o *Boletim Agrometeorológico de 2023 para Belém, PA*, onde constam dados diários das temperaturas máxima, média e mínima do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e brilho solar provenientes da estação da Embrapa Amazônia Oriental e dados estimados de evaporação de referência e radiação solar global de 2023. Além disso, são apresentadas as análises comparativas dos dados médios mensais de temperatura máxima, média e mínima do ar, precipitação pluviométrica e brilho solar de 2023 em relação à média climatológica do período de 1967–2022 e de disponibilidade de água no solo para plantas.

Walkymário de Paulo Lemos
Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Introdução	11
Aspectos gerais do clima	11
Metodologia	12
Características meteorológicas observadas em 2023 e sua relação com a média climatológica (1967–2022)	13
Informações meteorológicas	16
Considerações gerais	23
Referências	23

Introdução

O desenvolvimento sustentável de uma região pode ser influenciado pela atuação e interação dos eixos econômico, social e ambiental. Na esfera ambiental, a oscilação do clima e as variações dos elementos climáticos, como temperatura do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa, evaporação, insolação e radiação solar, dentre outros, apresentam um papel relevante na definição de estratégias nas ações do sistema produtivo agrícola, florestal e nas diretrizes para os processos do desenvolvimento sustentável, agronegócio e bioeconomia.

As informações climáticas são fundamentais em ações de políticas públicas e em ações direcionadas ao desenvolvimento agrícola sustentável das regiões, auxiliando nas estratégias para minimizar os efeitos das mudanças climáticas. A partir desses aspectos e com a finalidade de dar subsídio às demandas relacionadas ao clima do município de Belém e a sua influência na agricultura, realizou-se trabalhos técnicos abordando temas importantes relacionados a precipitação pluviométrica, temperatura do ar e radiação solar.

Nesse sentido, ressaltam-se os estudos versando sobre a flutuação e a variação da precipitação pluviométrica, entre os quais Bastos et al. (1984, 1998, 2002), Bastos; Pacheco (2006) e Santiago et al. (2011). Além desses, faz-se referência aos trabalhos sobre a tendência de chuvas e temperaturas extremas (Santos, 1993) e a respeito de frequência das temperaturas máximas e mínimas em Belém (Pacheco; Bastos, 2007), e sobre a radiação solar (Diniz et al., 1986; Cardon et al., 1987; Cordeiro; Pacheco, 2007).

Ao mesmo tempo, mencionam-se os trabalhos referentes ao zoneamento agrícola (Bastos, 1972) e aos zoneamentos de risco climático de culturas com importância econômica na região amazônica (Bastos et al., 2001, 2008a, 2008b, 2008c). Também, faz-se referência aos estudos relacionados ao potencial climático de Belém para o cultivo de pupunheira (Bastos et al., 2009), de helicônias (Pacheco et al., 2009b) e de mandioca (Creão et al., 2009). Além desses, mencionam-se o *Boletim Agrometeorológico Ipean 1967* (Boletim..., 1968), o

Boletim Agrometeorológico 1988 (Boletim..., 1990), o *Informativo Agrometeorológico 1998* (Bastos; Pacheco, 2001) e os boletins agrometeorológicos de 2008, 2015, 2016, 2017 e 2018 (Pacheco et al., 2009a, 2022a, 2022b, 2023, 2024).

Considerando a importância das informações climáticas para os diferentes campos da sociedade, destacando-se nesse contexto o setor agrícola, e visando disponibilizar essas informações para diversas comunidades, a Embrapa Amazônia Oriental vem dando continuidade aos estudos sobre o clima de Belém por meio da publicação de boletins agrometeorológicos, cujas análises estão alinhadas aos objetivos estratégicos da Empresa. Nesse sentido, apresenta-se o *Boletim Agrometeorológico de 2023 para Belém, PA*, onde são divulgados os dados meteorológicos registrados em 2023 e a análise comparativa desses dados com a média climatológica do período de 1967–2022.

Aspectos gerais do clima

O clima de diversas localidades do planeta, particularmente da região amazônica, é influenciado por mecanismos atmosféricos que atuam na sua modulação em diferentes escalas, ou seja, escala global ou grande escala, mesoescala e escala sinótica. Em escala global, os sistemas meteorológicos que interferem e causam variação no clima incluem circulação de Haddley, zona de convergência intertropical (ZCIT), circulação de Walker, oscilação intrassazonal de 40 e 60 dias, ondas atmosféricas e penetração de frentes frias extratropicais (Fisch et al., 1998; Moraes et al., 2005; Nobre et al., 2009; Santos et al., 2014; Souza, 2016; Rocha et al., 2017; Costa et al., 2018).

Em mesoescala, o clima na Amazônia é influenciado pela atuação de processos meteorológicos como a brisa marítima e as linhas de instabilidade (LIs), enquanto, na escala sinótica, pelo distúrbio ondulatório de leste e pelos vórtices ciclônicos de altos níveis (Cohen, 1989; Lopes et al., 2013; Santos et al., 2014; Moraes; Filho, 2018). Ao mesmo tempo, as oscilações no clima podem ser decorrentes de causas naturais, associadas às

formas de variação dos Oceanos Pacífico e Atlântico [El Niño Oscilação Sul (Enos), Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA)], e também de ações antropogênicas e do desflorestamento (Nobre et al., 2007; Artacho et al., 2014; Rocha et al., 2017).

No município de Belém, além dos sistemas mencionados anteriormente, a presença de inúmeros pequenos corpos de água, conhecidos regionalmente como furos e igarapés, associados à baixa latitude, condicionam à região um ambiente climático quente e úmido (Bastos, 1972). Consequentemente, o clima desse município está inserido no tipo climático Af da classificação de Köppen, que se caracteriza por apresentar chuvas abundantes durante o ano, com total de chuva no mês de menor índice pluviométrico sempre superior a 60 mm e no tipo B4rA'a' da classificação de Thornthwaite (Bastos, 1972; Santos, 1993).

Com base na série de dados climatológicos (1967–2022) provenientes da estação da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, verificou-se que, nesse município, as médias mensais das temperaturas máximas, médias e mínimas do ar apresentaram as seguintes variações: as médias mensais das temperaturas máximas oscilaram entre 31,0 °C (fevereiro e março) e 32,9 °C (outubro e novembro) e atingiram valor mínimo de 28,6 °C (fevereiro) e valor máximo de 34,4 °C (agosto e setembro); as temperaturas médias mensais variaram entre 26,1 °C (fevereiro) e 27,3 °C (novembro) e alcançaram valor mínimo de 24,9 °C (fevereiro) e valor máximo de 28,8 °C (outubro e novembro); as médias mensais das temperaturas mínimas ficaram compreendidas entre 22,9 °C (julho, agosto, setembro e outubro) e 23,5 °C (abril e maio), enquanto o valor mínimo mensal foi de 21,2 °C (dezembro) e o valor máximo de 24,3 °C (abril e maio).

Ainda no período de 1967–2022, os índices anuais de precipitação pluviométrica situaram-se entre um valor mínimo de 2.187,6 mm, registrado no ano de 1983, e um valor máximo de 4.273,7 mm, no ano de 2020. Entretanto, os volumes médios mensais de precipitação pluviométrica variaram de 120,1 mm (outubro) a 457,0 mm (março) e a chuva máxima em 24 horas atingiu o volume de 183,3 mm, registrado em 25 de abril de 2005.

Em relação à disponibilidade de incidência de brilho solar, os dados da série climatológica (1967–2022) evidenciaram que os totais anuais de brilho solar estão situados entre um valor mínimo de 1.919,5 horas (2022) e um valor máximo de 2.586,1 horas (1969) e as médias dos totais mensais de

brilho solar oscilaram de 109,7 horas (fevereiro) a 268,8 horas (agosto), enquanto os valores dos totais mensais de brilho solar ficaram compreendidos entre 54,6 horas (fevereiro de 1980) e 295,9 horas (agosto de 2009).

Metodologia

Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica, temperaturas do ar, umidade relativa do ar e brilho solar obtidos na estação agrometeorológica (01°28'S, 48°27'W, 12,8 m) da Embrapa Amazônia Oriental, instalada em Belém, PA, e dados de radiação solar global e de evapotranspiração potencial calculados a partir das equações descritas a seguir.

Os dados de radiação solar global foram calculados pelo método de Angstrom, cujos detalhes estão descritos na Equação 1.

$$Rg = R_0 \left(a + b \cdot \frac{n}{N} \right) \quad (1)$$

em que Rg é radiação solar global (ondas curtas) que atinge a superfície do solo ($MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$); n é a duração real do brilho solar (horas); N é a duração máxima do brilho solar na ausência de nuvens (horas); n/N é a razão de insolação (adimensional); R_0 é a radiação no topo da atmosfera ($MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$), a e b são constantes determinadas para Belém por Diniz et al. (1986), sendo $a = 0,275$ e $b = 0,376$ para os meses compreendidos entre novembro e maio, e $a = 0,261$ e $b = 0,428$ para o período de junho a outubro.

A equação de Penman-Monteith demanda uma série de dados que nem sempre encontram-se disponíveis para realização dos cálculos de evapotranspiração, como, nesse caso, os dados de velocidade do vento e de pressão atmosférica. Por essa razão, foi utilizado o valor de $2\ m\ s^{-1}$ para a velocidade do vento, conforme recomendação de Allen et al. (1998), corroborada por Alencar et al. (2015). Para a pressão atmosférica, foram utilizados os valores das Normais Climatológicas (INMET, 2022). Os demais parâmetros dessa equação foram determinados conforme metodologia descrita por Pereira et al. (1997) e Allen et al. (1998).

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(Rn-G)+Y\frac{900}{T+273}u_2(e_s-e_a)}{\Delta+Y(1+0,34u_2)} \quad (2)$$

em que ETo é a evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}); Rn é o saldo de radiação à superfície da cultura ($\text{MJ m}^2 \text{dia}^{-1}$); G é a densidade do fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^2 \text{dia}^{-1}$); T é a temperatura do ar a 2 m de altura ($^{\circ}\text{C}$); u_2 é a velocidade média do vento a 2 m de altura (m^{-1}); e_s é a pressão de vapor de saturação (kPa); e_a é a pressão parcial de vapor (kPa); Δ é a declividade da curva de pressão de vapor de saturação ($\text{kPa} ^{\circ}\text{C}^{-1}$) e Y é o coeficiente psicrométrico ($\text{kPa} ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

O balanço hídrico (BH) foi estimado pela metodologia desenvolvida por Thornthwaite e Mather, descrita em Pereira et al. (2002) e delineada na planilha eletrônica elaborada por Rolim et al. (1988). No cálculo do BH foram considerados períodos de 15 dias e capacidade de armazenamento de água no solo de 100 mm, tendo em vista que essa margem de retenção hídrica abrange a maioria dos sistemas radiculares das principais plantas cultivadas na região. Além disso, foram inseridos na planilha eletrônica dados de temperatura do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ETo) estimada a partir da equação de Penman-Monteith.

Características meteorológicas observadas em 2023 e sua relação com a média climatológica (1967–2022)

Na Figura 1, apresentam-se as médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima do ar observadas em 2023 e as médias climatológicas dessas temperaturas considerando o período de 1967 a 2022. Observa-se que as temperaturas do ar (máxima, média e mínima) registradas em 2023 foram superiores à média climatológica (1967–2022). Percebe-se que as médias mensais das temperaturas máximas no ano de 2023 variaram entre 31,1 °C (março) e 34,8 °C (setembro e outubro) e as médias mensais das temperaturas máximas da série climatológica (1967–2022) oscilaram entre 31,0 °C (fevereiro e março) e 32,9 °C (outubro e novembro). As temperaturas máximas desse ano ficaram acima da média climatológica, variando de um valor mínimo de 0,1 °C (março) a um valor máximo de 2 °C (setembro).

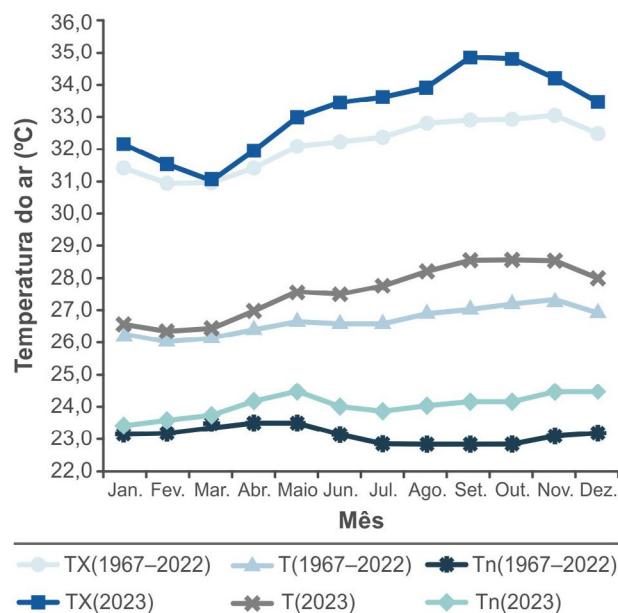


Figura 1. Temperatura máxima (TX), temperatura média (T) e temperatura mínima (Tn) do ar obtidas na estação meteorológica da Embrapa Amazônia Oriental, localizada em Belém, nos períodos de 1967–2022 e 2023.

No entanto, as temperaturas médias mensais de 2023 oscilaram entre 26,3 °C (fevereiro) e 28,6 °C (setembro e outubro) e as temperaturas médias mensais da série climatológica variaram entre 26,1 °C (fevereiro) e 27,3 °C (novembro). Os maiores desvios da temperatura média do ar, em relação à média climatológica (1967–2022), ocorreram nos meses de setembro (1,6 °C) e outubro (1,4 °C). As médias mensais das temperaturas mínimas situaram-se entre 23,4 °C (janeiro) e 24,5 °C (maio, novembro e dezembro) e as médias mensais da série climatológica (1967–2022) oscilaram entre 22,9 °C (julho, agosto, setembro e outubro) e 23,5 °C (abril e maio). As maiores diferenças das temperaturas mínimas em relação à média climatológica foram registradas em setembro (1,3 °C) e novembro (1,4 °C).

Na Figura 2, apresenta-se a análise da variação dos totais mensais de precipitação pluviométrica no ano de 2023 e os volumes mensais de chuvas no período de 1967 a 2022, considerando os níveis de 25, 50 e 75% de probabilidade de ocorrência de precipitação pluviométrica. Observa-se que, nos níveis de 25 e 50%, os totais mensais de chuva verificados nos meses de janeiro, abril e setembro de 2023 foram inferiores aos volumes de precipitação registrados na série climatológica (1967–2022). O mesmo ocorreu no nível de 50% de probabilidade para os volumes mensais de precipitação registrados nos meses de outubro e novembro

desse ano. Entretanto, no nível de 75%, a maioria dos totais mensais de precipitação pluviométrica em 2023 foram inferiores aos montantes de chuva observados no período de 1967–2022, ocorrendo exceção nos totais de chuva observados nos meses de maio e junho, que ficaram 6,3 e 42,3 mm acima dos eventos de chuva ocorridos na série climatológica, respectivamente.

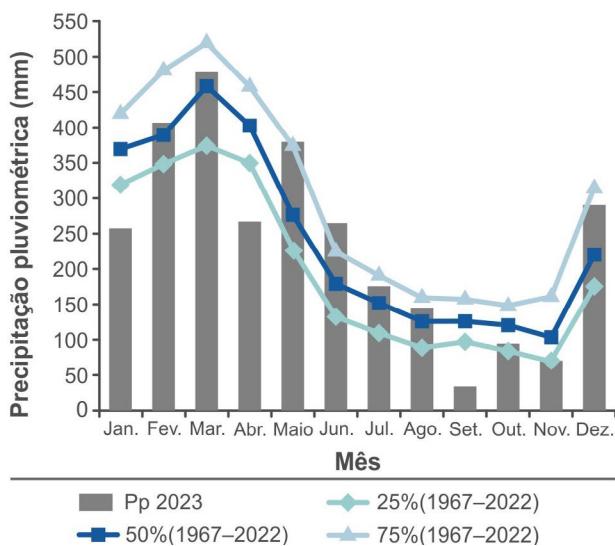


Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm) na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, considerando 25, 50 e 75% dos valores registrados no período de 1967–2022 e os totais mensais de chuva observados em 2023.

No período de janeiro a maio, os totais mensais de chuva da série pluviométrica (1967–2022), nos níveis de 25, 50 e 75% de probabilidade de ocorrência de precipitação pluviométrica, foram em torno e acima de 300 mm de chuva. De acordo com os relatos de Ferreira Filho et al. (2020), Moraes et al. (2005) e Menezes et al. (2015), geralmente os montantes de chuva nesse período são mais elevados do que em outros meses do ano e quando ocorre o trimestre mais chuvoso da região de Belém, ou seja, fevereiro, março e abril.

Ainda nos mesmos níveis de probabilidade, nota-se que, no período de julho a novembro, época de estiagem, os volumes de chuva são mais reduzidos em relação aos observados nos outros meses do ano. Nessa estação, no período de julho a agosto, os totais de chuva são ocasionados pela influência de mecanismos de efeitos locais, como brisas terrestres e marítimas e ondas de leste (OL), originadas nas correntes dos ventos alísios, geralmente os de sudeste. Entretanto, de setembro

a novembro, a precipitação geralmente é provocada por fenômenos de mesoescala (Bastos et al., 2002; Lopes et al., 2013).

Na Figura 3, apresenta-se os totais mensais de precipitação pluviométrica, chuva máxima em 24 horas e o número de dias de chuva registrados em 2023, no município de Belém. Nesse ano, os totais mensais de chuva de janeiro a maio variaram de um valor mínimo de 258,1 mm (janeiro) a um valor máximo de 477,8 mm (março), sendo os meses de fevereiro, março e abril o trimestre mais chuvoso para essa região, coincidindo com as narrativas de Ferreira Filho et al. (2020) e Moraes et al. (2005) sobre a intensidade das chuvas nesse período. Também nessa estação, a chuva máxima em 24 horas foi de 83,4 mm (maio), a qual expressou 21% do volume de precipitação pluviométrica ocorrido no mês de maio. Por conseguinte, o número efetivo de dias de chuva, computados a partir de valores iguais ou superiores a 0,5 mm, variou entre 25 dias (fevereiro) e 27 dias (março) de chuva.

Os meses de junho e dezembro são considerados de transição do período chuvoso para o menos chuvoso e do menos chuvoso para o chuvoso. Assim sendo, observou-se que os totais mensais de chuva nesses momentos foram de 266,1 mm (junho) e 292,9 mm (dezembro) e as chuvas máximas em 24 horas, 83,4 mm (junho) e 55 mm (dezembro), as quais representaram 33,5 e 18,8% do total de chuva observado respectivamente nos meses mencionados.

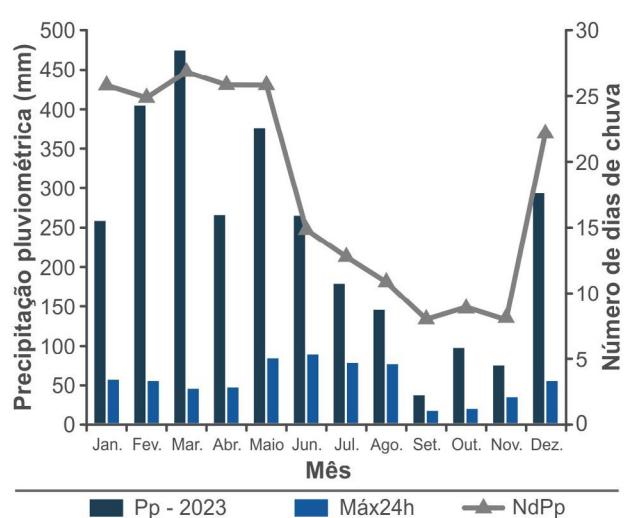


Figura 3. Total mensal de precipitação pluviométrica (Pp), chuva máxima em 24 horas (Máx24h) e número de dias de chuva (NdPp) observados em 2023 na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental.

Na época de estiagem (julho a novembro), os volumes mensais de precipitação pluviométrica em 2023 variaram de 35,6 mm (setembro) a 178,3 mm (julho) e a chuva máxima em 24 horas foi de 77,8 mm (julho) e representou 43,6% do total mensal de precipitação pluviométrica no mês de julho. Contudo, o número de dias de chuva oscilou entre 8 dias (setembro e novembro) e 13 dias (julho). Os reduzidos índices de precipitação nessa estação são causados pela influência de mecanismos de efeitos locais, como brisas terrestres e marítimas e ondas de leste (OL) originadas nas correntes dos ventos alísios, geralmente os de sudeste, e também por fenômenos de mesoescala (Bastos et al., 2002; Lopes et al., 2013).

O fotoperíodo corresponde ao número máximo possível de insolação ou brilho solar na ausência de nuvens, sendo em torno de 12 horas no município de Belém (Bastos et al., 2002). No período chuvoso, o mês de fevereiro é o que apresenta os menores valores de insolação, em torno de 107,7 horas, enquanto, no período seco, o mês de agosto mostra os maiores valores de insolação (268,1 horas) (Portilho et al., 2010).

Na Figura 4, estão indicados os totais mensais de brilho solar observados em 2023 e a média climatológica (1967–2022) desse elemento meteorológico. Observa-se que os totais mensais de brilho solar registrados em 2023 flutuaram entre um valor mínimo de 62,8 horas (março) e 258,9 horas (julho). Entretanto, os valores médios mensais de brilho solar da série climatológica (1967–2022) variaram entre valor mínimo de 109,7 horas (fevereiro) e valor máximo de 268,7 horas (agosto), concordando com os resultados de Portilho et al. (2010).

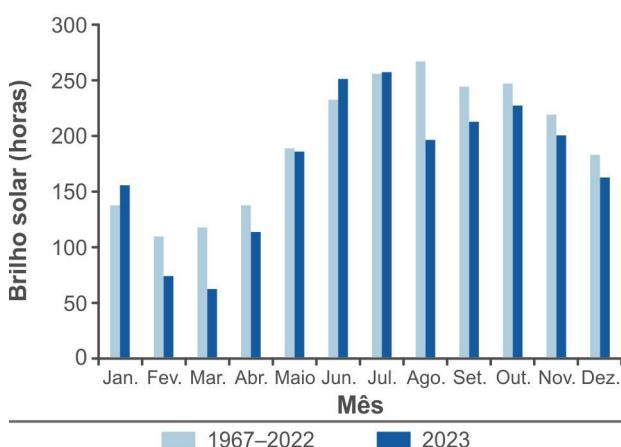


Figura 4. Totais mensais de brilho solar na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, localizada em Belém, PA, nos períodos de 1967–2022 e 2023.

Do mesmo modo, observa-se que os totais mensais de brilho solar observados no ano de 2023 em relação à média climatológica (1967–2022) foram, na maioria dos meses, inferiores aos valores da série analisada. As exceções ocorreram nos meses de janeiro, junho e julho, que apresentaram desvios acima da média climatológica de 17,4 horas, 17,5 horas e 2 horas, respectivamente.

Na Figura 5, observa-se a distribuição mensal da radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$) e a porcentagem da razão de insolação (n/N), em que n é o brilho solar e N é o número máximo possível de horas de brilho solar. Observa-se que os totais mensais de radiação solar global variaram entre o valor mínimo de $377,2 \text{ MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$ e o valor máximo de $606,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$. No período de janeiro a maio e no mês de dezembro, os totais mensais de radiação solar foram inferiores a $495 \text{ MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$, enquanto nos demais meses, ou seja, de junho a novembro, alcançaram valores superiores a $530 \text{ MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$.

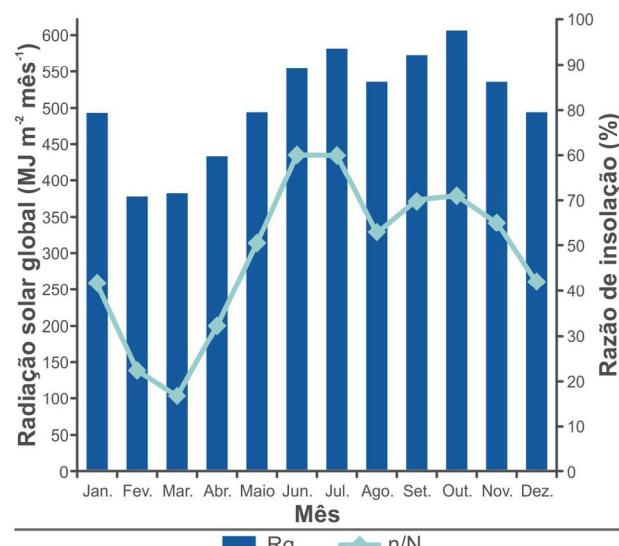


Figura 5. Distribuição mensal da razão de insolação (n/N) e intensidade de radiação solar global (Rg) estimada para Belém, PA, em 2023.

Os valores de percentual de razão de insolação seguem a configuração dos valores de radiação. Assim sendo, no período de fevereiro a abril, foram registradas as menores intensidades de radiação solar global, cujos valores variaram de $377,2 \text{ MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$ (fevereiro) a $431,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$ (abril) e os menores percentuais de razão de insolação (16,6 a 31,8%). Entretanto, o contrário ocorreu nos meses que apresentaram as maiores

intensidades de radiação solar, como no período de junho a novembro, quando os valores de radiação solar oscilaram de 554,4 a 606,9 MJ m⁻² mês⁻¹ e os percentuais de razão de insolação, de 53,1 a 70,2%.

Na Figura 6, apresenta-se o comportamento das componentes resultantes do balanço hídrico de 2023 calculado para o município de Belém, PA, como excedentes hídricos, deficiência hídrica, retiradas e reposições de água no solo, considerando-se períodos de 15 dias e capacidade de retenção de água no solo de 100 mm.

Foram observados registros de excedentes hídricos no período compreendido entre a 2^a e a 13^a quinzena, totalizando 1.566,6 mm. Também foram registradas deficiências hídricas de 11,9 mm na 14^a quinzena e de 158 mm no período entre a 16^a quinzena e a 21^a quinzena, as quais foram solucionadas pela reposição de água no solo de 41,2 mm na 15^a quinzena e de 85 mm na 23^a quinzena, seguida por excedente hídrico na 14^a quinzena e 21^a quinzena, totalizando 166,3 mm, seguida por reposição de água no solo.

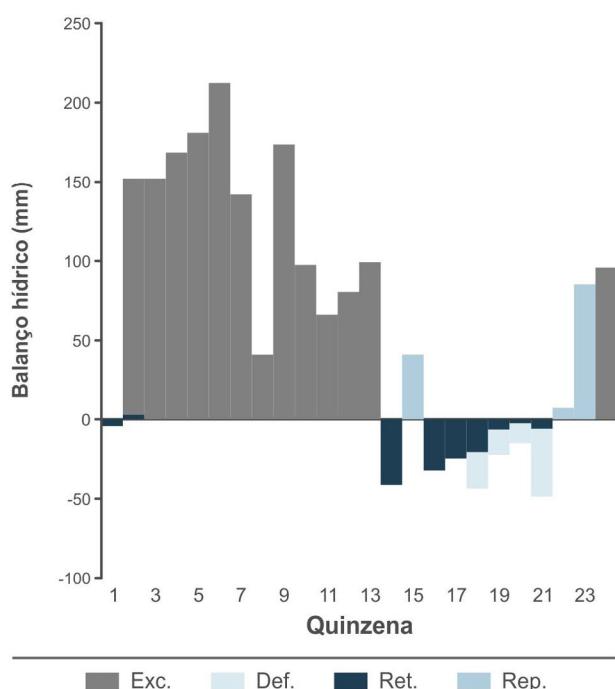


Figura 6. Balanço hídrico (Exc: excedente hídrico, Def: deficiência hídrica, Ret: retirada de água no solo e Rep: reposição de água no solo) por quinzena para a região de Belém, PA, em 2023.

Informações meteorológicas

A seguir apresentam-se as Tabelas 1 a 12, nas quais se encontram os valores diários e mensais das temperaturas máximas, mínimas e médias do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, evapotranspiração de referência, radiação solar incidente e brilho solar, cujos dados serviram de base para a análise climática de Belém em 2023.

Tabela 1. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de janeiro de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	33,5	24,0	27,0	85	1,0	3,4	15,5	4,9
2	32,5	24,0	27,3	88	8,0	3,8	16,9	6,1
3	33,2	23,4	27,0	85	8,2	3,9	17,8	6,9
4	33,5	23,8	27,4	83	0,5	4,3	20,3	9,1
5	33,3	24,0	28,1	78	0,0	4,2	18,5	7,5
6	33,5	23,6	27,9	75	3,2	4,4	19,0	7,9
7	34,0	23,3	27,9	77	0,0	4,5	19,9	8,7
8	33,5	24,4	27,1	94	0,0	3,3	16,4	5,6
9	34,0	23,8	28,0	80	1,0	4,0	17,1	6,2
10	33,6	23,8	27,7	84	0,0	3,9	17,9	6,9
11	34,0	23,4	27,5	77	1,2	4,4	19,6	8,4
12	33,0	24,0	27,9	86	2,8	3,9	16,4	5,6
13	32,5	24,2	27,0	88	2,6	3,8	17,1	6,2
14	33,0	23,6	27,0	82	20,4	3,8	16,8	5,9
15	31,5	22,6	25,0	94	6,2	2,4	10,2	0,1
16	32,5	23,2	26,5	79	0,8	4,0	18,0	6,9
17	32,5	23,8	26,3	90	0,0	3,5	15,9	5,1
18	30,4	23,2	24,9	89	10,8	2,5	11,1	0,9
19	29,0	22,2	24,7	93	3,4	2,3	10,1	0,0
20	33,0	23,0	26,6	78	8,4	4,3	20,7	9,2
21	33,0	23,8	26,8	83	11,4	3,7	16,9	5,9
22	32,3	24,4	26,5	93	9,2	3,4	15,7	4,8
23	31,0	23,4	26,6	88	11,0	3,2	14,5	3,8
24	31,0	23,2	26,4	85	1,2	3,3	14,4	3,7
25	29,5	23,6	25,9	86	10,0	3,0	13,2	2,6
26	30,0	23,2	25,6	90	39,0	2,8	12,8	2,3
27	31,0	23,4	25,7	88	4,2	2,9	13,2	2,6
28	31,0	22,8	25,2	93	4,0	2,5	11,4	1,0
29	32,1	21,6	25,2	94	55,8	3,1	15,4	4,5
30	30,5	22,6	25,1	91	32,2	2,6	12,7	2,1
31	30,9	23,2	25,5	90	1,6	3,2	16,0	5,0
Máxima	34,0	24,4	28,1	—	55,8	4,5	20,7	9,2
Média	32,2	23,4	26,6	86	—	—	—	—
Mínima	29,0	21,6	24,7	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	258,1	108,1	491,6	156,4

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 2. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de fevereiro de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	33,5	23,0	26,3	91	13,2	2,6	10,3	0,0
2	26,8	22,6	24,3	92	0,8	2,2	10,3	0,0
3	33,4	23,4	26,2	88	0,0	3,0	13,2	2,5
4	30,0	22,6	25,6	93	21,4	2,8	13,0	2,3
5	32,0	24,2	26,5	91	19,6	2,8	12,3	1,7
6	31,5	23,6	27,0	87	6,2	3,3	15,0	4,0
7	31,0	23,6	26,6	91	5,8	4,1	20,0	8,3
8	31,5	23,8	26,0	95	2,4	2,8	11,6	1,1
9	32,0	23,8	26,8	90	38,8	3,5	15,8	4,7
10	32,6	23,8	27,1	88	14,6	3,6	16,7	5,4
11	30,0	22,0	25,2	94	20,2	2,4	12,1	1,5
12	32,8	23,4	27,0	93	54,4	3,3	14,9	3,9
13	33,0	23,6	27,2	84	0,2	3,8	17,5	6,1
14	32,0	24,6	26,9	87	0,4	2,7	11,7	1,1
15	33,4	24,2	26,7	95	27,8	3,2	13,7	2,8
16	30,2	24,0	26,4	93	27,2	2,7	11,6	1,0
17	31,6	23,8	26,4	91	31,4	3,1	13,8	2,9
18	30,0	24,1	26,3	92	5,6	2,5	11,7	1,1
19	31,0	23,4	27,0	80	18,8	2,9	11,1	0,6
20	30,5	23,8	25,9	93	0,8	2,6	11,0	0,5
21	33,1	22,8	26,6	82	15,4	3,4	16,9	5,5
22	30,5	24,0	26,0	92	19,0	2,6	11,1	0,6
23	31,5	24,0	24,9	88	17,8	2,7	11,4	0,8
24	30,2	24,2	25,9	91	1,6	2,8	12,9	2,1
25	31,5	23,6	26,6	87	27,8	3,0	14,0	3,0
26	33,1	23,6	26,5	86	1,4	3,7	17,4	5,9
27	32,0	23,9	26,6	90	5,4	3,2	13,7	2,7
28	32,6	24,2	27,0	93	8,4	3,1	12,6	1,8
29	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—
Máxima	33,5	24,6	27,2	—	54,4	4,1	20,0	8,3
Média	31,5	23,6	26,3	90	—	—	—	—
Mínima	26,8	22,0	24,3	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	406,4	84,5	377,2	73,9

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 3. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de março de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	33,5	23,6	27,9	82	2,9	4,2	18,8	7,0
2	32,1	25,0	27,1	90	0,2	3,1	12,4	1,6
3	31,4	24,6	26,7	90	10,8	2,9	12,3	1,5
4	30,0	23,8	25,7	96	39,5	2,3	10,7	0,2
5	30,5	24,2	26,4	91	29,7	2,8	12,0	1,3
6	33,4	23,6	27,0	85	6,4	3,8	17,6	6,2
7	32,4	24,2	27,3	89	3,6	3,8	16,8	5,6
8	30,5	24,0	26,5	91	5,6	2,8	11,8	1,3
9	31,4	24,2	26,7	90	4,8	3,0	13,2	2,5
10	31,8	22,8	26,0	92	40,6	3,2	14,5	3,7
11	31,5	23,6	26,4	92	9,4	2,2	10,2	5,4
12	33,5	23,5	27,3	91	0,0	2,5	10,2	0,0
13	27,5	23,8	25,4	91	12,2	2,4	10,1	0,0
14	32,0	22,9	25,5	96	44,4	2,4	10,2	0,1
15	29,5	23,2	25,9	89	13,8	2,3	10,1	0,0
16	31,5	24,0	26,7	89	2,2	2,9	12,0	1,8
17	30,2	23,6	26,2	88	43,0	2,4	10,5	0,5
18	29,5	23,6	25,7	94	25,4	2,4	11,3	1,2
19	30,6	23,6	26,7	89	0,8	3,0	13,6	3,3
20	29,7	23,6	25,6	87	19,8	2,5	10,5	0,6
21	30,5	23,0	25,4	93	0,3	2,4	9,8	0,0
22	32,1	23,2	26,6	86	27,4	2,7	11,5	1,6
23	32,4	24,1	27,6	82	5,4	3,6	15,7	5,4
24	29,6	24,0	26,1	90	9,2	2,2	9,7	0,0
25	28,0	24,4	25,5	97	3,0	2,0	9,6	0,0
26	31,5	23,6	26,9	92	12,8	2,6	11,8	2,0
27	31,5	23,2	26,7	81	47,2	3,2	13,9	4,0
28	31,5	23,8	26,3	94	0,0	2,7	11,3	1,7
29	31,5	23,6	26,5	90	28,0	2,5	10,5	1,0
30	32,0	23,6	26,8	90	18,0	2,7	12,4	2,8
31	30,8	24,0	26,2	95	11,4	2,4	9,9	0,5
Máxima	33,5	25,0	27,9	—	47,2	4,2	18,8	7,0
Média	31,1	23,7	26,4	90	—	—	—	—
Mínima	27,5	22,8	25,4	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	477,8	85,8	374,8	62,8

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 4. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de abril de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	30,0	23,6	26,2	89	3,6	4,2	11,2	0,8
2	31,0	23,8	26,0	90	2,4	3,1	11,7	1,2
3	28,5	23,6	25,3	93	23,2	2,9	11,1	0,7
4	32,0	23,4	26,9	83	10,6	2,3	16,0	4,9
5	31,2	23,6	26,0	87	0,0	2,8	12,2	1,7
6	30,0	24,0	25,9	92	21,4	3,8	10,8	0,5
7	31,6	24,0	27,1	81	30,2	3,8	15,5	4,6
8	31,5	23,8	27,0	84	3,4	2,8	15,3	4,4
9	31,0	25,0	27,0	90	1,2	3,0	11,4	1,1
10	31,6	23,6	26,6	82	44,8	3,2	15,1	4,3
11	31,0	23,6	26,1	87	0,0	2,2	13,5	2,9
12	32,5	23,2	26,9	89	6,2	2,5	16,6	5,6
13	32,5	25,0	27,3	92	11,4	2,4	12,1	1,7
14	33,2	23,8	27,4	89	5,8	2,4	14,4	3,8
15	33,5	24,6	27,5	82	23,0	2,3	15,5	4,7
16	34,0	24,8	27,5	85	4,4	2,9	16,1	5,3
17	32,5	24,4	27,4	86	4,4	2,4	12,2	1,9
18	30,6	25,2	26,8	94	1,0	2,4	13,2	2,8
19	32,6	25,0	27,3	86	37,4	3,0	15,5	4,8
20	32,5	24,8	27,8	89	2,2	2,5	15,8	5,1
21	34,0	24,6	27,8	82	0,2	2,4	19,8	8,7
22	34,0	24,6	28,0	83	2,6	2,7	18,6	7,7
23	33,5	24,6	28,1	81	7,4	3,6	13,5	3,2
24	32,5	24,4	27,3	85	0,0	2,2	11,7	1,6
25	33,0	24,4	27,4	85	0,8	2,0	17,4	6,7
26	31,0	24,0	26,3	93	3,0	2,6	12,6	2,5
27	30,0	24,2	26,1	92	3,6	3,2	10,8	0,9
28	32,0	23,8	27,0	87	7,4	2,7	16,3	5,8
29	33,5	24,2	27,7	84	3,2	2,5	18,2	7,5
30	32,5	24,4	27,5	86	3,4	2,7	17,3	6,8
31	—	—	—	—	—	—	—	—
Máxima	34,0	25,2	28,1	—	44,8	4,2	19,8	8,7
Média	32,0	24,2	27,0	87	—	—	—	—
Mínima	28,5	23,2	25,3	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	268,2	83,4	431,4	114,2

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 5. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de maio de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	33,5	24,2	27,3	85	1,6	4,0	18,5	7,9
2	33,5	24,0	26,5	88	7,2	3,5	16,9	6,5
3	31,5	24,2	26,5	92	83,4	2,5	10,2	0,5
4	31,5	24,0	26,8	91	10,4	2,4	10,2	0,5
5	34,4	24,0	28,1	81	4,0	4,2	19,5	8,9
6	33,5	24,2	28,3	83	0,8	4,2	18,9	8,4
7	34,6	24,0	28,5	80	0,0	4,2	19,2	8,7
8	30,0	25,4	27,5	83	0,0	3,9	18,0	7,7
9	33,8	25,0	28,0	86	3,6	3,6	14,8	4,8
10	34,2	24,8	27,6	85	3,0	3,5	15,7	5,6
11	34,1	24,8	27,2	95	21,4	3,0	11,9	2,2
12	31,2	24,6	27,2	88	79,6	3,0	12,5	2,8
13	32,0	24,2	27,6	83	1,3	3,5	16,1	6,1
14	33,0	24,8	27,4	94	11,0	3,5	16,0	6,0
15	33,0	24,8	28,1	83	1,0	3,9	17,8	7,7
16	33,5	24,6	28,1	82	0,0	3,5	15,6	5,7
17	32,5	24,8	27,7	85	12,8	2,8	12,2	2,6
18	31,5	24,8	26,6	90	6,0	2,3	10,1	0,7
19	32,7	25,0	27,0	86	39,8	3,2	14,6	4,9
20	33,5	23,6	27,2	86	9,6	3,4	15,6	5,8
21	33,2	24,6	27,2	87	7,4	3,6	16,9	7,1
22	32,0	24,2	28,2	81	1,3	4,2	19,8	9,8
23	34,7	25,4	29,4	77	0,0	4,6	20,3	10,3
24	32,3	24,4	26,8	88	1,8	3,0	13,4	3,9
25	33,2	24,4	27,9	79	12,4	4,2	19,3	9,5
26	33,6	24,2	27,5	83	0,4	3,8	17,6	7,9
27	32,5	25,0	27,4	89	20,4	3,2	13,9	4,4
28	33,0	24,4	28,8	75	22,0	3,4	13,9	4,4
29	33,5	24,4	27,7	84	14,6	3,8	17,9	8,2
30	33,5	24,8	27,8	84	1,8	3,7	16,8	7,2
31	33,5	23,4	27,4	83	1,6	4,1	19,7	10,0
Máxima	34,7	25,4	29,4	—	83,4	4,6	20,3	10,3
Média	33,0	24,5	27,6	85	—	—	—	—
Mínima	30,0	23,4	26,5	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	380,2	110,0	493,7	186,7

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 6. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de junho de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	34,0	23,8	27,3	82	23,6	4,2	19,6	9,1
2	34,5	24,0	27,7	83	2,8	4,1	19,4	9,0
3	30,5	24,4	26,8	85	31,6	2,6	11,2	2,1
4	33,6	23,6	27,2	83	10,0	4,0	19,0	8,7
5	33,6	23,9	27,0	89	0,0	3,9	17,6	7,5
6	32,8	24,0	27,1	79	6,4	3,4	14,8	5,2
7	33,5	23,8	27,5	82	7,0	4,3	20,5	10,0
8	34,0	24,3	27,3	81	18,0	4,2	19,5	9,2
9	33,7	24,2	27,5	82	0,0	4,1	19,0	8,8
10	33,5	24,2	27,9	83	12,0	4,4	20,3	9,9
11	34,0	24,4	27,3	83	0,0	4,1	19,0	8,8
12	33,5	24,4	27,7	80	0,0	4,3	19,6	9,3
13	34,0	24,0	27,7	83	11,4	4,2	19,7	9,4
14	33,5	24,2	27,2	83	0,0	4,3	20,4	10,0
15	33,5	23,7	27,7	76	0,1	4,6	21,2	10,7
16	33,8	24,6	28,2	79	0,0	4,3	19,6	9,4
17	33,5	24,6	28,3	75	5,6	4,5	19,8	9,5
18	32,6	23,2	27,1	85	89,4	3,5	16,7	6,9
19	32,6	23,8	25,9	91	19,2	3,0	14,8	5,3
20	32,5	23,8	27,0	83	24,4	3,3	15,1	5,6
21	33,2	24,4	27,8	79	0,0	3,7	16,4	6,7
22	32,8	24,0	27,6	79	3,0	4,1	18,8	8,7
23	32,6	24,2	27,1	80	0,2	4,4	20,9	10,5
24	33,5	23,8	27,7	77	0,0	4,6	21,0	10,6
25	33,5	24,0	27,6	80	1,0	4,2	19,3	9,1
26	33,5	23,4	27,5	77	0,0	4,3	20,0	9,7
27	33,5	24,6	28,3	75	0,0	4,5	20,1	9,8
28	33,0	23,6	28,0	77	0,4	3,5	14,6	5,1
29	35,0	24,8	28,3	78	0,0	4,3	18,7	8,6
30	34,9	24,4	28,2	76	0,0	4,1	17,8	7,8
31	—	—	—	—	—	—	—	—
Máxima	35,0	24,8	28,3	—	89,4	4,6	21,2	10,7
Média	33,4	24,1	27,5	81	—	—	—	—
Mínima	30,5	23,2	25,9	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	266,1	120,9	554,4	251,0

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 7. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de julho de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	33,5	24,2	27,4	86	77,8	3,6	16,4	6,6
2	34,0	24,2	27,8	78	0,0	4,4	19,8	9,5
3	33,6	23,6	27,7	82	4,8	4,3	20,1	9,8
4	34,8	23,8	28,1	80	9,4	4,3	19,5	9,2
5	33,1	24,2	27,4	88	15,4	3,5	16,2	6,4
6	33,2	23,6	28,0	75	4,6	4,4	19,6	9,3
7	32,1	24,4	27,0	89	0,0	3,3	15,1	5,5
8	33,5	23,2	27,9	78	8,8	4,3	19,8	9,4
9	32,5	24,0	26,9	90	0,2	3,5	16,9	7,0
10	33,0	23,6	27,4	81	11,8	4,0	18,4	8,2
11	32,6	23,2	26,4	83	0,0	3,7	17,8	7,7
12	33,0	23,2	26,7	84	20,0	3,5	15,9	6,1
13	33,0	24,0	27,9	81	4,6	3,9	17,5	7,4
14	33,8	24,2	28,1	81	0,0	4,3	19,9	9,4
15	33,5	24,2	27,5	80	9,8	4,2	19,4	9,0
16	33,5	23,8	27,5	81	0,4	4,1	19,2	8,8
17	33,6	23,9	27,1	81	2,0	4,2	19,6	9,1
18	33,4	23,8	28,0	77	1,7	4,6	21,1	10,3
19	33,8	24,0	27,1	83	0,0	3,6	16,5	6,5
20	33,5	23,4	27,9	70	0,0	4,5	19,2	8,7
21	33,0	23,0	27,6	74	0,0	4,3	19,2	8,7
22	33,5	22,8	27,8	73	0,0	4,3	19,3	8,7
23	33,5	23,0	27,8	78	7,0	4,3	19,9	9,2
24	34,0	24,6	28,9	76	0,0	4,8	21,0	10,1
25	34,0	24,8	28,6	76	0,0	4,0	16,1	6,0
26	34,5	24,0	28,3	74	0,0	4,3	18,7	8,1
27	35,0	24,2	28,7	71	0,0	5,0	21,9	10,7
28	34,8	24,8	28,8	74	0,0	4,9	21,2	10,1
29	34,5	24,2	28,5	80	0,0	4,3	18,8	8,1
30	33,4	24,6	27,7	83	0,0	3,8	17,2	6,8
31	34,2	23,8	27,8	80	0,0	4,2	19,3	8,5
Máxima	35,0	24,8	28,9	—	77,8	5,0	21,9	10,7
Média	33,6	23,9	27,7	79	—	—	—	—
Mínima	32,1	22,8	26,4	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	178,3	128,4	580,4	258,9

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 8. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de agosto de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	33,2	24,4	27,9	82	0,6	4,2	19,0	8,2
2	33,8	24,6	28,3	79	2,2	4,4	19,7	8,7
3	34,4	24,2	28,5	75	0,0	4,6	20,2	9,1
4	33,4	24,4	28,5	80	0,0	4,3	18,9	8,0
5	33,5	24,6	28,1	80	0,0	4,1	17,9	7,2
6	34,0	24,2	28,3	76	0,0	4,2	18,0	7,2
7	34,0	23,8	27,6	82	0,0	3,4	14,4	4,3
8	33,6	24,2	27,4	80	1,4	3,3	13,9	3,9
9	33,5	24,0	27,1	89	10,4	3,1	13,1	3,2
10	33,6	23,8	27,8	79	15,4	3,9	16,5	5,9
11	34,4	23,6	28,5	76	11,0	4,7	21,1	9,6
12	33,0	24,6	28,0	76	0,0	4,1	17,7	6,8
13	33,0	24,8	27,7	83	77,0	3,5	14,4	4,2
14	34,5	24,4	28,1	79	0,0	4,7	21,5	9,8
15	34,0	24,4	29,0	73	3,4	4,5	18,7	7,5
16	34,5	24,0	28,9	74	0,0	4,6	19,3	8,0
17	34,5	24,2	29,0	75	0,0	4,7	20,1	8,6
18	34,4	24,0	28,6	74	0,0	4,7	20,3	8,7
19	35,0	23,9	28,5	74	0,0	4,7	20,6	8,9
20	35,0	23,8	28,8	75	0,0	4,6	20,1	8,5
21	34,4	24,2	28,4	77	0,0	4,2	17,9	6,7
22	33,6	24,4	28,7	72	5,2	4,1	16,1	5,3
23	34,1	23,0	28,5	67	0,0	4,2	16,4	5,5
24	34,3	23,1	27,8	78	0,0	3,4	13,5	3,2
25	34,0	24,1	28,5	76	14,6	3,8	15,0	4,4
26	33,5	24,0	28,1	76	0,0	3,8	15,8	5,0
27	33,5	24,6	28,3	75	0,0	3,8	15,4	4,6
28	32,5	23,4	27,9	76	0,0	3,7	15,0	4,3
29	34,5	23,6	28,0	81	0,0	3,4	14,0	3,5
30	33,0	23,4	28,0	75	5,2	3,5	13,6	3,2
31	33,5	23,4	28,1	77	0,0	3,7	15,5	4,6
Máxima	35,0	24,8	29,0	—	77,0	4,7	21,5	9,8
Média	33,9	24,0	28,2	77	—	—	—	—
Mínima	32,5	23,0	27,1	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	146,4	125,7	533,5	196,6

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 9. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de setembro de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	34,1	23,8	28,2	72	0,0	4,8	20,2	5,3
2	35,0	22,8	28,6	66	0,0	5,1	20,9	8,9
3	35,4	23,4	27,9	79	0,0	4,7	21,4	8,0
4	34,7	24,2	27,7	83	16,2	4,4	20,0	6,9
5	34,3	23,8	28,1	76	0,0	4,4	19,0	8,9
6	33,5	24,8	28,3	75	0,0	4,5	19,0	6,9
7	34,5	24,0	27,9	80	0,0	3,6	15,2	4,5
8	35,0	23,8	28,3	79	0,0	3,7	14,7	6,6
9	35,0	23,6	27,6	82	0,6	3,3	13,8	6,6
10	34,5	24,6	28,0	76	9,0	4,1	17,4	4,8
11	34,5	24,6	28,1	78	0,0	4,9	22,3	6,3
12	35,5	23,4	28,5	77	2,0	4,4	18,6	7,8
13	35,0	23,8	27,5	80	0,4	3,7	15,2	8,3
14	33,5	24,4	27,4	84	1,6	4,7	22,7	4,5
15	34,6	24,6	28,6	76	0,8	4,6	19,6	6,2
16	34,5	24,8	28,9	69	0,0	5,0	20,3	5,3
17	35,5	24,0	29,0	72	0,0	5,1	21,1	7,9
18	35,3	23,8	28,9	74	0,0	5,0	21,3	8,8
19	34,4	24,4	28,6	79	0,0	4,8	21,6	8,2
20	34,2	25,2	29,4	73	0,0	5,0	21,1	7,3
21	36,0	25,8	29,8	71	0,0	4,8	18,7	6,0
22	33,6	25,4	28,6	81	1,6	4,1	16,8	2,0
23	35,5	23,2	28,7	69	3,4	4,3	17,1	7,4
24	35,0	23,8	28,8	73	0,0	3,7	14,0	9,9
25	35,5	23,2	29,1	73	0,0	4,2	15,7	9,1
26	34,5	25,2	29,5	75	0,0	4,3	16,5	7,2
27	36,0	24,4	29,4	70	0,0	4,3	15,9	9,1
28	35,5	24,8	29,6	65	0,0	4,3	15,6	6,1
29	37,2	24,2	29,6	64	0,0	4,2	14,5	10,5
30	32,5	23,6	28,4	69	0,0	3,8	14,1	9,1
31	—	—	—	—	—	—	—	—
Máxima	37,2	25,8	29,8	—	16,2	5,1	22,7	10,5
Média	34,8	24,2	28,6	74,6	—	—	—	—
Mínima	32,5	22,8	27,4	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	35,6	131,8	544,4	214,4

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 10. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de outubro de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	36,0	23,8	28,0	77	0,0	4,3	19,2	7,0
2	36,0	24,6	29,2	74	4,0	4,6	19,7	7,4
3	35,8	24,4	29,7	68	0,0	5,0	21,3	8,6
4	36,0	25,0	29,3	72	0,0	4,8	20,4	7,9
5	35,0	23,8	28,9	69	0,0	5,0	22,0	9,1
6	35,4	24,0	29,0	67	0,0	5,1	22,0	9,1
7	34,0	24,0	28,6	71	0,0	4,8	21,4	8,6
8	34,8	24,8	27,8	84	0,0	3,8	16,5	5,0
9	34,8	23,0	28,2	72	18,4	5,1	23,6	10,3
10	34,8	24,4	28,5	78	0,0	4,0	17,2	5,5
11	34,3	24,8	27,6	81	0,0	3,9	17,9	6,0
12	33,1	23,8	26,6	79	17,4	3,4	16,3	4,8
13	34,7	24,2	28,9	76	0,0	4,2	18,0	6,1
14	35,0	24,0	28,8	75	0,0	4,9	22,0	9,1
15	34,6	23,8	28,9	72	0,0	4,6	19,9	7,5
16	34,5	24,6	27,7	83	0,0	4,1	19,0	6,9
17	33,0	23,6	26,8	85	10,0	3,5	16,5	5,0
18	34,3	23,6	28,5	75	18,7	4,0	17,4	5,7
19	35,5	23,8	28,9	74	13,8	4,6	20,2	7,8
20	34,4	24,8	29,1	76	0,0	5,1	22,9	9,8
21	34,0	25,4	28,7	81	0,0	3,7	15,9	4,6
22	34,4	25,2	29,0	74	0,0	4,2	17,7	5,9
23	34,0	24,2	28,4	75	1,2	3,7	15,3	4,1
24	34,1	24,4	28,2	79	0,0	3,9	17,1	5,5
25	35,5	23,2	28,4	73	1,4	5,1	23,4	10,2
26	35,5	22,6	28,7	76	0,0	5,1	23,2	10,1
27	34,7	24,2	28,9	71	0,0	4,9	21,2	8,6
28	35,0	23,8	29,1	70	0,0	4,9	21,2	8,6
29	34,2	24,2	29,0	69	0,0	4,4	18,2	6,4
30	35,7	24,4	29,0	75	0,0	4,2	17,7	6,0
31	35,2	24,0	28,9	72	11,8	5,0	22,6	9,7
Máxima	36,0	25,4	29,7	—	18,7	5,1	23,6	10,3
Média	34,8	24,1	28,6	75	—	—	—	—
Mínima	33,0	22,6	26,6	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	96,7	137,9	606,9	226,9

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 11. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de novembro de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	34,6	24,8	29,2	76	0,0	4,2	17,5	6,2
2	35,3	25,1	29,4	71	0,0	4,7	20,2	8,6
3	35,6	24,6	28,6	79	0,0	4,3	19,2	7,7
4	35,0	24,4	28,4	81	0,0	4,2	19,2	7,7
5	33,7	24,2	28,3	80	6,0	4,2	19,6	8,1
6	35,1	24,9	29,3	76	0,3	4,3	18,5	7,2
7	34,5	24,5	28,6	77	0,0	3,9	16,3	5,3
8	35,5	24,0	29,3	69	0,0	4,9	21,4	9,7
9	33,5	24,6	27,9	82	0,0	3,9	17,8	6,6
10	34,4	24,8	28,3	77	1,4	3,9	17,0	5,9
11	34,0	24,2	28,9	68	3,0	4,1	16,9	5,8
12	34,5	24,0	28,7	74	0,0	4,6	20,3	8,8
13	34,5	23,8	28,9	72	0,0	4,3	18,6	7,3
14	34,5	24,0	28,8	72	0,0	4,4	19,1	7,8
15	34,5	24,8	29,3	72	0,0	4,7	20,4	8,9
16	34,0	25,2	29,2	77	0,0	4,5	19,3	8,0
17	34,8	24,2	28,9	73	5,2	4,4	19,2	7,9
18	35,0	24,4	28,6	77	0,0	4,0	17,6	6,5
19	34,5	24,8	29,1	79	34,2	4,5	20,1	8,7
20	34,0	25,4	29,2	77	0,0	4,2	17,5	6,5
21	34,0	24,8	28,3	79	2,2	4,1	18,4	7,3
22	33,9	24,0	27,3	87	0,0	3,5	15,4	4,7
23	30,4	24,0	27,0	82	7,6	2,5	10,1	0,0
24	33,6	24,2	27,9	79	0,0	3,2	13,4	2,9
25	34,5	24,0	28,7	77	0,0	4,0	17,7	6,7
26	33,4	24,7	27,7	90	0,0	3,2	13,8	3,3
27	33,5	24,8	27,5	87	11,8	3,3	15,0	4,4
28	34,5	24,2	28,5	79	0,0	4,5	20,5	9,2
29	33,2	24,4	27,9	81	0,4	3,9	17,5	6,6
30	34,5	25,0	28,2	85	0,1	4,0	18,2	7,2
31	—	—	—	—	—	—	—	—
Máxima	35,6	25,4	29,4	—	34,2	4,9	21,4	9,7
Média	34,2	24,5	28,5	78	—	—	—	—
Mínima	30,4	23,8	27,0	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	72,2	122,4	535,5	201,5

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 12. Dados meteorológicos⁽¹⁾ diários do mês de dezembro de 2023, coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (latitude 01°28'S, longitude 48°27'W e altitude de 12,8 m).

Dia	TX	Tn	T	UR	Pp	ETo	Rg	Bs
1	34,0	24,2	27,8	87	2,4	4,3	19,0	7,9
2	33,5	24,5	28,6	83	18,2	3,6	14,8	4,2
3	33,0	23,2	27,6	90	31,6	2,9	12,7	2,4
4	33,5	23,6	26,5	93	0,6	2,7	11,1	1,0
5	34,5	24,0	26,7	84	13,8	3,7	17,6	6,7
6	34,0	23,8	27,6	85	55,0	3,5	15,5	4,9
7	33,5	24,6	28,1	88	2,4	3,2	12,9	2,6
8	34,5	23,8	28,9	75	3,8	4,7	20,3	9,1
9	33,5	24,8	28,5	82	0,0	3,4	13,1	2,8
10	33,0	25,4	28,2	87	0,0	3,6	14,8	4,3
11	34,5	24,0	28,3	77	8,0	4,3	18,0	7,1
12	35,0	23,8	28,2	81	0,9	4,6	21,1	9,9
13	33,5	24,2	28,2	75	3,7	4,2	18,4	7,5
14	33,5	24,0	27,9	80	0,8	3,9	17,1	6,3
15	33,3	24,4	27,6	83	0,2	3,7	16,2	5,5
16	33,5	24,6	28,8	77	2,5	4,6	20,3	9,2
17	33,7	24,8	28,8	75	0,0	4,5	18,6	7,7
18	34,0	24,9	28,5	78	0,0	3,7	14,9	4,4
19	33,0	24,8	28,1	85	0,0	3,6	15,5	4,9
20	31,0	25,4	27,1	93	0,8	2,5	10,0	0,0
21	28,8	25,6	26,8	93	18,4	2,4	10,0	0,0
22	33,5	24,2	27,0	87	23,8	2,9	13,5	3,1
23	34,4	24,6	28,6	81	45,0	4,2	19,0	8,0
24	35,2	25,0	29,2	79	0,0	5,0	21,2	10,0
25	34,8	25,1	29,1	80	0,4	4,6	20,3	9,2
26	34,5	25,2	28,5	87	0,0	4,0	16,5	5,8
27	32,5	24,8	27,5	89	15,2	3,3	14,5	4,0
28	33,0	23,6	27,0	86	7,6	3,0	13,8	3,4
29	33,0	24,2	28,2	89	20,2	3,8	15,7	5,1
30	33,0	25,6	28,5	87	16,0	3,4	14,6	4,1
31	32,5	24,8	27,5	85	1,6	2,8	11,2	1,1
Máxima	35,2	25,6	29,2	—	55,0	5,0	21,2	10,0
Média	33,5	24,5	28,0	84	—	—	—	—
Mínima	28,8	23,2	26,5	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	292,9	114,5	492,3	162,2

⁽¹⁾ TX: temperatura máxima do ar (°C); Tn: temperatura mínima do ar (°C); T: temperatura média do ar (°C); UR: umidade relativa do ar; Pp: precipitação pluviométrica (mm); ETo: evapotranspiração de referência (mm); Rg: radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹); Bs: brilho solar em horas e décimos.

Traço (—): informação não aplicável.

Considerações gerais

No município de Belém, as médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima do ar registradas em 2023 foram superiores aos valores médios mensais das temperaturas da série climatológica (1967–2022), enquanto os totais mensais de precipitação pluviométrica apresentaram variação em relação aos volumes médios mensais de chuva registrados na série histórica, sendo inferiores em alguns meses e superiores em outros. Portanto, esses registros mostraram aumento de temperatura do ar em todos os meses e também redução no volume de chuva, nos meses de abril, setembro, outubro e novembro, os quais podem ter sido ocasionados pela variação do regime climático ou decorrente das mudanças climáticas, estando em concordância com os estudos de Fisch et al. (1998), Nobre et al. (2007, 2009) e Lopes et al. (2013).

Apesar de ter ocorrido, em alguns meses, volume de chuva inferior à média climática, o total anual de chuva em 2023 foi de 2.878 mm, cujo montante distribuído entre os meses do ano contribuiu para a ocorrência de registros de excedentes na estação chuvosa e ocorrência de pequena deficiência hídrica no período de estiagem, a qual não ocasionou problemas devido à reposição de água no solo. Desse modo, além das condições de disponibilidade de água no solo, as variáveis meteorológicas como temperatura do ar, insolação, radiação solar e precipitação pluviométrica, dentre outras, são elementos fundamentais na programação e execução de atividades agrícolas, por influenciarem a definição de épocas de plantio, desenvolvimento das culturas, realização de tratos culturais como adubação e aplicação de defensivos agrícolas.

Referências

ALENCAR, L. P. de; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C. Estimativa da evapotranspiração de referência (ETo Padrão FAO) para Minas Gerais, na ausência de alguns dados climáticos. *Revista de Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 1, p. 39-50, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n1p39-50/2015>.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop evapotranspiration- guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56). Disponível em: <https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e00.htm>. Acesso em: 9 set. 2024.

ARTAXO, P.; DIAS, M. A. F. da S.; NAGY, L.; LUIZÃO, F. J.; CUNHA, H. B. da; QUESADA, C. A. N.; MARENKO, J. A.; KRUSCHE, A. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica.

Ciência e Cultura, v. 66, n. 3, p. 41-46, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252014000300014>.

BASTOS, T. X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira. *Boletim Técnico IPEAN*, n. 54, p. 68-122, 1972. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/394286>. Acesso em: 9 set. 2024.

BASTOS, T. X.; CHAIB FILHO, H.; DINIZ, T. D. de A. S.; LOBATO, V. H. B. Flutuação das chuvas na região de Belém em distintos intervalos de tempo. Período 1967-1983. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém, PA. **Resumos**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. p. 16. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 31). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/394815>. Acesso em: 16 set. 2024.

BASTOS, T. X.; MARQUES, A. F. S.; ROCHA, M. do S. da S.; OLIVEIRA, R. P. de; PACHECO, N. A.; SÁ, T. D. de A. Chuvas máximas de 24 horas em Belém, probabilidade de ocorrência e tempo de retorno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10.; CONGRESSO DA FLISMET, 8., 1998, Brasília, DF. **Anais**. Rio de Janeiro: SBMET, 1998. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/986631>. Acesso em: 17 set. 2024.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A. **Chuvas máximas diárias em Belém** – período 1967-2005. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 268). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/903030>. Acesso em: 4 set. 2024.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A. **Informativo agrometeorológico 1988**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 57 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 77). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/403535/1/OrientalDoc77.pdf>. Acesso em: 11 set. 2024.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; CREÃO, L. C. Indicativo agroclimático para a pupunheira no estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Mudanças climáticas, recursos hídricos e energia para uma agricultura sustentável**: resumos. Belo Horizonte: SBA: UFV: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2507.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

BASTOS, T. X.; COELHO, M. R.; PACHECO, N. A. CREÃO, L. G. C. **Zoneamento agroclimático para cultura da mandioca no Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008a. 26 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 322). Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/389485>. Acesso em: 9 set. 2024.

BASTOS, T. X.; MÜLLER, A. A.; PACHECO, N. A.; SAMPAIO, S. M. N.; ASSAD, E. D.; MARQUES, A. F. S. Zoneamento de riscos climático para cultura do dendêzeiro no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, 2001. Número especial. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/1495.pdf>. Acesso em: 9 set. 2024.

BASTOS, T. X; MÜLLER, A. A.; RAMALHO FILHO, A.; PACHECO, N. A.; GONÇALVES, A. O.; MONTEIRO, D. C. A. MONTEIRO, D. C. A. **Zoneamento agroclimático e de risco climático para o cultivo de dendêzeiro no Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008b. 26 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 319). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/410089>. Acesso em: 16 set 2024.

BASTOS, T. X; PACHECO, N. A. MONTEIRO, D. C. A. **Zoneamento agroclimático para pimenteira-do-reino no Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008c. 23 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 321). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/410077>. Acesso em: 16 set. 2024.

BASTOS, T. X; PACHECO, N. A. NECHET, D.; SÁ, T. D. de A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/38977>. Acesso em: 2 set. 2024.

BOLETIM Agrometeorológico 1988. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1990.

BOLETIM Agrometeorológico Ipean 1967. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1968.

CARDON, D.; MALTEZ, M. G.; BASTOS, T.; DINIZ, T. D. de A. S. **14 Anos de medidas meteorológicas em Belém**. Belém, PA: Universidade Federal do Pará, 1987. 29 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/383768>. Acesso em: 2 set. 2024.

COHEN, J. C. P Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia. 1989. 153 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo. Disponível em <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/MTChm13@80/2005/08.18.17.31/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 11 set. 2024.

CORDEIRO, A. H. F.; PACHECO, N. A. Relação entre a precipitação acumulada mensal e radiação de onda longa no estado do Pará (dezembro/2009

a abril/2010). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17., 2011. Guarapari. **Riscos climáticos e cenários agrícolas futuros: anais**. Guarapari: Incaper, 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1153368>. Acesso em: 4 set. 2024.

COSTA, A. C. L. da; RODRIGUES, H. J. B.; SILVA JUNIOR, J. de A.; NUNES, L. R. C.; MORAES, B. C.; COSTA, A. da C. e; CUNHA, A. C. da; MEIR, P. W.; MALHI, Y. S. Variabilidade horária, diária e sazonal da freqüência e intensidade de precipitação em uma floresta tropical chuvosa na Amazônia Brasileira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 4, p. 1290-1302, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.4.p1290-1302>.

CREÃO, L. G; BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A. Possibilidade agroclimática da cultura da mandioca para municípios com pequeno e grande déficit hídrico no Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2216.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

DINIZ, T. D. de A. S.; CARDON, D. A.; BASTOS, T. X.; MALTEZ, M. G. Relação entre a radiação solar global e insolação para região de Belém, Pará. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém, PA. **Anais**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1986. v. 1, p. 68-74. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/394706>. Acesso em: 9 set. 2024.

FERREIRA FILHO, D. F.; LIMA, B. R. P.; CRISPIM, D. L.; PESSOA, F. C. L.; FERNANDES, L. L. Análise pluviométrica no Estado do Pará: Comparação entre dados obtidos de estações pluviométricas e do satélite GPCC. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 16, v. 26. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v26i0.67914>.

FISCH, G.; MARENKO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2. p. 101-126, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 17 set. 2024.

LOPES, M. N. G.; SOUZA, E. B. de; FERREIRA, D. B. da S. Climatologia regional da precipitação no estado do Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 9, v. 12, p. 84-102, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v12i1.31402>. Acesso em: 20 maio 2025.

MORAES, B. C. de; COSTA, J. M. N. da; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000200010>.

MORAES, D. S.; GOMES FILHO, M. F. Contribuição das chuvas do período da tarde em Belém e possíveis relações com a Normal Climatológica. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 14, v. 23, p. 17-32, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v23i0.58364>.

MENEZES, F. P.; FERNANDES, L. L.; ROCHA, E. J. P. O Uso da estatística para regionalização da precipitação no estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.16, p. 64-71, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/abclima.v16i0.40023>. Acesso em: 7 out. 2024.

NOBRE, C. A.; OBREGON, G. O.; MARENKO, J. A.; FU, R.; PROVEDA, G. Características do clima amazônico: aspectos principais. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. (ed.). **Amazônia and Global Change**. Washington, DC.: American Geophysical Union, 2009. p. 149-162. (Geophysical Monograph Series, 186). Disponível em: https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/10_Caracteristicas_Nobre.pdf. Acesso em: 11 set. 2024.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n.3, 2007. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300012. Acesso em: 11 set. 2024.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. Análise da temperatura do ar na região de Belém, PA (1967 a 2006). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais**. [...] Aracaju: SBA, 2007. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2668.pdf>. Acesso em: 2 set. 2024.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X.; CREÃO, L. G. C. **Boletim agrometeorológico de 2008 para Belém**, PA. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009a. 37 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 362). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/697145>. Acesso em: 11 set. 2024.

PACHECO, N. A.; BOTELHO, S. M.; BASTOS, T. X.; CREÃO, L. G. Potencial agroclimático da Região Metropolitana de Belém para produção de helicônias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16, 2009b. **Anais**[...] Belo Horizonte: SBA, 2009. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2543>. Acesso em: 24 set. 2024.

PACHECO, N. A.; SANTIAGO, A. V.; CASTRO, A. R. da C. **Boletim agrometeorológico de 2015 para Belém**, PA. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022a. 37 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 474). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1147010>. Acesso em: 11 set. 2024.

PACHECO, N. A.; SANTIAGO, A. V.; CASTRO, A. R. da C. **Boletim agrometeorológico de 2016 para Belém**, PA. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022b, 39 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 475). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1147019/1/Doc475.pdf>. Acesso 11 set. 2024.

PACHECO, N. A.; SANTIAGO, A. V.; CASTRO, A. R. da C. **Boletim agrometeorológico de 2017 para Belém**, PA. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2023. 37 p (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 487). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/115686>. Acesso em: 11 set. 2024.

PACHECO, N. A.; SANTIAGO, A. V.; CASTRO, A. R. da C. **Boletim agrometeorológico de 2018 para Belém**, PA. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2024. 25 p (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 490). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1164773>. Acesso em: 11 set. 2024.

PEREIRA, A. R.; ANGELLOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia, fundamentos e aplicações práticas**. Guáiba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, A. R.; SEDYAMA, G. C.; VILLA NOVA, N. A. **Evapotranspiração**. Piracicaba: Esalq, 1997. 323 p.

PORTILHO, V. A.; CARDOSO, P. P. de S.; FERNANDES, L. L.; ISHIHARA, J. H. Avaliação das séries históricas de brilho solar e sua relação com as variáveis climatológicas em Belém/PA: perspectiva de aproveitamento energético. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 3., 2010. **Anais** [...] Belém, PA: CBENS, 2010. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/1423>. Acesso em: 17 out. 2024.

ROCHA, V. M.; CORREIA, F. W. S.; SILVA, P. R. T. da; GOMES, W. B.; VERGASTA, L. A.; MOURA, R. G. de; TRINDADE, M. da S. P.; PEDROSA, A. L.; SILVA, J. J. S. da. Reciclagem de precipitação na Bacia Amazônica: o papel do transporte de umidade e da evapotranspiração da superfície. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 3, p. 387-398, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863230006>.

ROLIM, G. de S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCELM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, n.1, p. 133-137, 1998.

SANTIAGO, A. V.; RIBEIRO, V. C.; COSTA, J. F.; PACHECO, N. A. Variabilidade e intensidade das chuvas em Belém, PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17., 2011, Guarapari. **Riscos climáticos e cenários agrícolas futuros**: anais. Guarapari: SBA, 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1153371>. Acesso em: 17 set. 2024.

SANTOS, A. R. A. dos. **Análise das tendências da chuva e das temperaturas extremas na região de Belém (PA)**. 1993. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.11.2018.tde-20181127-155546>.

SANTOS, S. R. Q. dos; BRAGA, C. C.; CAMPOS, T. L. de O. B.; BRITO, J. I. B de; SAN-TOS, A. P. P. dos. Variabilidade da precipitação no estado do Pará por meio de análises em componentes principais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 3, p. 615-627, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v7.3.p615-627>.

SOUZA, E. B. de; CARMO, A. M. C.; MORAES, B. C.; NACIF, A.; FERREIRA, D. B. da S.; ROCHA, E. J. P.; SOUZA, P. J. de O. P. Sazonalidade da precipitação sobre a Amazônia Legal Brasileira: clima atual e projeções futuras usando o modelo REG4. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 12, v. 18, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v18i0.43711>.

