

Manaus, AM / Agosto, 2025

Boletim agrometeorológico série anual 2024

Estação Agroclimatológica de
Superfície da Embrapa Amazônia
Occidental, Rodovia AM-010, Km 29

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



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

ISSN 1517-3135 / e-ISSN 2965-7644

Documentos 171

Agosto, 2025

Boletim agrometeorológico série anual 2024

**Estação Agroclimatológica de Superfície da Embrapa
Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29**

Isaac Cohen Antonio

***Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2025***

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29, Estrada
Manaus/Itacoatiara,
69010-970 Manaus, AM
www.embrapa.br/amazonia-ocidental
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Kátia Emídio da Silva

Secretária-executiva

Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros

Luiz Antônio de Araújo Cruz

Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Maria Perpétua Beleza Pereira

Edição executiva

Maria Perpétua Beleza Pereira

Revisão de texto

Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica

Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa

Gilvan Coimbra Martins

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 Ocidental

Antonio, Isaac Cohen.

Boletim agrometeorológico, série anual 2024 : Estação Agroclimatológica de Superfície da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29 / Isaac Cohen Antonio. – Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2025.

PDF (51 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Amazônia Ocidental, ISSN 1517-3135 ; e-ISSN 2965-7644 ; 171).

1. Agrometeorologia. 2. Climatologia. I. Título. II. Série.

CDD 630.25

Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa (CRB-11/420)

© 2025 Embrapa

Autor

Isaac Cohen Antonio

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia (Produção Vegetal),
pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Ao assistente Luiz Mario Oliveira da Silva e à equipe
do Campo Experimental da Sede da Embrapa
Amazônia Ocidental, o nosso agradecimento.

Apresentação

O *Boletim Agrometeorológico, Série Anual 2024, Estação Agroclimatológica de Superfície da Embrapa Amazônia Ocidental*, Rodovia AM-010, Km 29, segue uma série histórica de documentos para manter atualizada as informações meteorológicas, indispensáveis a produção rural, gestão ambiental e gestões pública e privada. As informações foram obtidas na estação agroclimatológica situada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da Rodovia AM-010, coordenadas georreferenciadas de latitude 2°53'25"S, longitude 59°58'06"W e altitude de 102 m acima do nível do mar.

Evidencia-se, neste trabalho, entre as mais relevantes informações, que em 2024 o total anual da precipitação foi 11% menor do que a média anual da série histórica 1971–2024. Os totais mensais em 7 meses foram inferiores aos totais das suas respectivas médias históricas, entre esses meses janeiro. O período seco prolongado, de julho a novembro, acumulou 60% do valor total do mesmo período das médias da série histórica. Março apresentou o maior valor da precipitação mensal, acumulando 19% da precipitação anual, sendo 29% maior que a média desse mês na série histórica. No período de seca no solo (julho a novembro), a precipitação acumulada foi 419,1 mm, representando 18% do total anual. No segundo decêndio de março (D8), foi registrado o maior volume de precipitação. Em 24 dos 36 decêndios (2/3), o total da precipitação foi inferior ao da média histórica, acumulando 40% do total da precipitação em 2024, significando 60% da precipitação concentrados em 1/3 dos decêndios (12 decêndios, o equivalente a 3 meses), evidenciando má distribuição das chuvas. O total anual de dias com chuva foi 47 dias menor do que o da média histórica. Médias anuais das temperaturas máxima, média e mínima do ar foram superiores às de suas respectivas médias históricas, mantendo-se acima em 11 meses, exceto em dezembro, para as máximas e as médias, caracterizando 2024 como um ano com temperaturas predominantemente acima da média histórica. A temperatura do solo foi superior à temperatura da superfície

durante o período chuvoso (janeiro a junho) e inferior no período de deficit hídrico do solo (julho a novembro). A umidade relativa do ar ficou abaixo da média histórica em 8 meses, exceto em março, abril, novembro e dezembro, sendo a média anual 1,5% menor que a média anual da série histórica 1971–2024. Houve maior demanda de água do solo, superior à dos últimos 2 anos (2023 e 2022), em que ocorreu seca prolongada no solo. A evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real foram superiores à desses anos.

Em atenção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a publicação se insere nos de números: 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, 3 – Saúde e Bem-Estar, 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis e 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima.

Desta forma, a Embrapa Amazônia Ocidental mantém seu objetivo de prover informações climáticas às comunidades presentes na região amazônica, com dados técnicos refinados, para atender as políticas públicas e ações que focam nas temáticas de produção rural e ambientais, principalmente as que estão diretamente relacionadas às comunidades rurais e que afetam suas vidas.

Everton Rabelo Cordeiro

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Ocidental

Sumário

Introdução	11
Metodologia	11
Resumo anual	15
Precipitação pluvial (mm)	15
Temperatura do ar (°C)	16
Temperatura média anual do solo (°C)	16
Umidade relativa do ar (%)	17
Evaporação de Piche (mm)	17
Brilho solar (h)	17
Velocidade do vento (m s ⁻¹)	17
Precipitação pluviométrica	19
Temperaturas do ar e do solo	21
Umidade relativa do ar	25
Evaporação de Piche	26
Brilho solar	27
Velocidade do vento	29
Balanço hídrico do solo	30
Considerações finais	47
Referências	49

Introdução

Em 2024, coletaram-se dados climáticos para a série de registros que iniciou em 1971 na estação agroclimatológica convencional de superfície, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, na localização georreferenciada de latitude 2°53'25", longitude 59°58'06" e altitude de 102 m, complementando a série histórica de dados climáticos de 54 anos e balanço hídrico do solo.

Tanto a comunidade científica como criadores, produtores agrícolas e o público em geral vêm utilizando, ao longo dos anos, esses dados para diversos fins, constituindo-se numa valiosa fonte de monitoramento do clima local, que pela classificação de Köppen é do tipo Af, tropical chuvoso (Teixeira et al., 1986), com temperatura média do mês mais frio igual ou maior que 18 °C e precipitação maior ou igual a 60 mm no mês mais seco (Alvares et al., 2014), sendo que em alguns anos esse valor pode ser muito menor (Antonio, 2022). O clima local também pode ser classificado como equatorial quente e úmido, com 1 a 2 meses secos e temperatura média superior a 18 °C em todos os meses do ano (IBGE, 2002).

Metodologia

As análises dos dados climáticos foram em agrupamentos mensais e em decêndios (10 dias) para os parâmetros precipitação pluvial e temperatura do ar, conforme metodologia do programa de Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC), descrita em Farias et al. (2023). Na coleta dos dados foram utilizados: termômetro de máxima com coluna de mercúrio (Hg) e bulbo; termômetro de mínima de coluna de álcool com bulbo; termômetro de coluna de mercúrio com bulbo imerso em água destilada (bulbo úmido) e termômetro de bulbo com coluna de mercúrio (bulbo seco), para medir a variação

das temperaturas do ar e calcular a umidade relativa do ar, todos com graduação em 0,2 °C; evaporímetro de Piche, para medir a evaporação; e termo-higrógrafo a corda para registro gráfico da temperatura e umidade relativa do ar. Todos os instrumentos ficam dentro de um abrigo de Stevenson (abrigo meteorológico). A céu aberto foram utilizados: anemômetro de três conchas com altura de 2 m acima do nível do solo, para medir a velocidade média diária do vento; pluviômetro de Hellmann, com diâmetro de 200 mm, para medir o total diário da precipitação pluvial em conjunto com pluviógrafo; heliógrafo de Campbell-Stokes para registro das horas de brilho solar; termômetros de coluna de mercúrio e bulbo com escala de 0,2 °C, para medir a temperatura do solo nas profundidades de 0 (relva), 2, 5, 10, 20 e 30 cm.

O cálculo das médias diárias da temperatura do ar foi realizado pelo método da média compensada de Serra (1974), conforme Equação 1.

$$T_m = \frac{(2T_{20h} + T_{8h} + T_{máx} + T_{mín})}{5} \quad (1)$$

em que

T_m = temperatura média compensada.

T_{20h} = temperatura do ar às 20h, horário local (0h de Greenwich).

T_{8h} = temperatura do ar às 8h, horário local (12h de Greenwich).

$T_{máx}$ = temperatura máxima diária do ar.

$T_{mín}$ = temperatura mínima diária do ar.

O cálculo do balanço hídrico do solo efetuou-se pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), em planilhas do Excel 2019, para as capacidades de água disponível (CAD) no solo de: 30, 50, 100, 200 e 300 mm, utilizando-se as médias mensais das temperaturas do ar e o total mensal da precipitação de 2024 e da série histórica 1971–2024. No cálculo do número de horas de insolação no balanço hídrico, utilizaram-se como dia de referência (Dref) os valores da

Tabela 1, recomendados por Klein (1977), para localização de estação próxima da Linha do Equador. A Equação 2 foi usada para o cálculo da declinação do sol (δ).

$$\delta = 23,45^\circ \text{ sen } [360^\circ (284 + NDA)/365] \quad (2)$$

em que

δ = declinação do sol.

NDA = número de dias do ano juliano, somados desde o dia 1° de janeiro.

Tabela 1. Dia de referência (D_{ref}) e número de dias do ano (NDA), contados a partir do dia 1° de janeiro no calendário juliano.

Mês ⁽¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
D_{ref}	17	16	16	15	15	11	17	16	15	15	14	10
NDA	17	47	75	105	135	162	198	228	258	288	318	344

⁽¹⁾ J – Janeiro, F – Fevereiro, M – Março, A – Abril, M – Maio, J – Junho, J – Julho, A – Agosto, S – Setembro, O – Outubro, N – Novembro, D – Dezembro.

Fonte: Klein (1977).

A evapotranspiração potencial (ET_0) foi calculada com a Equação 3 de Thornthwaite (1948), quando a temperatura média mensal ficou no intervalo de 0 °C a $\leq 26,5$ °C; quando foi maior que 26,5 °C, calculou-se com a Equação 6, de Willmott et al. (1985).

$$ET_0 (mm.d^{-1}) = 1,6 (10Tm/l)^a (x10 \text{ para transformar em mm}) \quad (3)$$

em que

ET_0 = evapotranspiração potencial.

Tm = temperatura média do mês (°C).

I = índice de calor anual (calculado pela Equação 4).

a = coeficiente encontrado com a Equação 5.

$$I = \sum_{1-12} \{T_m/5\}^{1.514} \quad (4)$$

em que

$\sum_{1-12} \{T_m/5\}$ = somatório dos índices de calor mensais.

T_m = temperatura média (°C) do mês.

$$a = 0,000000675 I^3 - 0,0000771 I^2 + 0,01792 I + 0,49239 \quad (5)$$

$$ET_0 (mm.d^{-1}) = -415,85 + 32,24 T_n - 0,43 T_n^2 \quad (6)$$

em que

ET_0 = evapotranspiração potencial.

T_n = temperatura média do mês n em questão.

Efetuuou-se ajuste no cálculo da ET_0 , devido à variação do número de dias dos meses, do número de horas do fotoperíodo no dia, da estação do ano e da latitude, com dois fatores de correção, um para a variação dos dias mensais (Equação 7) e outro para variação do número de horas (Equação 8), de acordo com Wilm et al. (1944).

$$Dj/30 \quad (7)$$

em que

Dj = número de dias do mês em questão.

$$Nj/12 \quad (8)$$

em que

Nj = número de horas calculado do fotoperíodo, para o mês em questão.

Resumo anual

Em 2024, as temperaturas do ar mantiveram-se acima da média histórica predominante, evento registrado por 4 anos seguidos (Antonio, 2025a, 2025b, 2025c). A precipitação foi inferior à média da série histórica no total anual e na maioria dos meses. O número de horas de brilho solar foi inferior ao das médias da série histórica tanto no total anual como em 8 meses. A umidade relativa do ar ficou abaixo da média histórica anual e da média mensal também em 8 meses. Os registros mensais e decendiais (10 dias) dos dados climáticos de 2024 são apresentados a seguir, juntamente com o período mais chuvoso, segundo o balanço hídrico do solo (Tabela 2).

Precipitação pluvial (mm)

Período mais chuvoso (maior soma de valores positivos consecutivos da precipitação menos evapotranspiração potencial ou de referência).....	fevereiro a junho
Total anual (mm).....	2.381,2
Mês com maior total de precipitação: março (mm).....	440,8
Mês com menor total de precipitação: outubro (mm).....	49,8
Decêndio com maior total de precipitação: D8 (mm).....	189,0
Decêndio com menor total de precipitação: D21, D22, D26 (mm)....	0,0
Menor precipitação em 24 horas: abril (mm).....	0,1
Maior precipitação em 24 horas: março (mm).....	83,6
Mês com mais dias com precipitação: abril.....	22
Mês com menos dias com precipitação: agosto.....	3
Maior período de dias consecutivos com chuva (15 a 25/4).....	11
Maior período de dias consecutivos sem chuva (15/7 a 10/8).....	11

Maior período de dias consecutivos com chuva (15 a 25/4).....	11
Total de dias com chuva.....	170

Temperatura do ar (°C)

Média anual	27,7
Média das máximas	33,3
Média das mínimas	23,6
Amplitude anual das médias no abrigo	9,7
Maior máxima absoluta diária no abrigo (setembro)	39,2
Menor mínima absoluta diária no abrigo (agosto)	19,8
Amplitude absoluta anual no abrigo	19,4
Maior máxima absoluta diária na relva (setembro)	45,2
Menor mínima absoluta diária na relva (março)	18,0
Amplitude absoluta anual na relva	27,2
Maior média decendial (D26 – 11 a 20 de setembro)	31,6
Menor média decendial (D22 – 1 a 10 de agosto)	23,4
Maior amplitude decendial (D25 – 1 a 10 de setembro)	13,7
Menor amplitude decendial (D36 – 21 a 31 de dezembro)	6,6

Temperatura média anual do solo (°C)

Profundidade 0 (relva)	29,7
Profundidade 2 cm	29,6
Profundidade 5 cm	30,0
Profundidade 10 cm	29,3
Profundidade 20 cm	29,7

Profundidade 30 cm29,9

Umidade relativa do ar (%)

Média anual 85
Maior média diária registrada (fevereiro e março) 100
Menor média diária registrada (setembro) 61
Amplitude anual da média diária 39
Maior média mensal (dezembro) 89
Menor média mensal (setembro)73
Amplitude média mensal 16

Evaporação de Piche (mm)

Total anual..... 972,1
Média mensal..... 81
Mês com maior evaporação (setembro) 155
Mês com menor evaporação (maio) 45,1

Brilho solar (h)

Total anual..... 1.641,5
Média mensal 136,8
Média diária 4,5

Velocidade do vento (m s⁻¹)

Média anual..... 0,42

Tabela 2. Médias mensais das temperaturas do ar, do solo, umidade relativa do ar, precipitação, evaporação de Piche, brilho solar e velocidade do vento, em 2024, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Temperatura (°C)			Temperatura média (°C) Profundidade do solo (cm)					Umidade relativa (%)	Precip. ⁽³⁾ (mm)	Dias com chuva	Evap. ⁽⁴⁾ (mm)	Brilho solar (h)	Veloc. do vento ⁽⁵⁾ (m s ⁻¹)
	Máx. ⁽¹⁾	Min. ⁽²⁾	Média	Relva	2	5	10	20	30					
Jan.	32,6	23,9	27,6	26,3	29,2	29,6	29,1	29,5	29,6	152,8	16	72,3	108,7	0,49
Fev.	32,5	23,7	27,5	28,1	29,2	29,6	29,0	29,5	29,6	344,5	19	65,4	109,6	0,50
Mar.	32,3	23,6	27,1	27,6	29,0	29,4	28,8	29,3	29,6	440,8	19	54,3	59,3	0,43
Abr.	32,3	24,0	27,2	28,8	29,8	30,1	29,3	29,6	29,9	329,0	22	60,5	90,1	0,35
Mai	32,2	24,0	27,4	27,2	29,0	29,3	28,9	29,3	29,5	278,1	21	45,1	81,7	0,31
Jun.	33,8	23,2	27,9	29,3	29,1	29,5	28,9	29,0	29,2	198,7	18	63,6	145,9	0,34
Jul.	33,5	22,9	27,6	30,3	29,6	29,9	29,1	29,4	29,7	78,1	8	91,4	205,9	0,39
Ago.	34,0	22,8	27,7	33,0	30,2	30,4	29,6	29,9	30,4	57,6	3	120,8	224,8	0,47
Set.	37,2	24,0	29,9	35,7	31,0	31,6	30,5	30,7	31,3	138,1	6	155,0	193,9	0,61
Out.	35,7	23,6	28,9	32,2	31,0	31,1	30,1	30,4	30,7	49,8	9	103,3	188,4	0,41
Nov.	33,3	24,1	27,6	30,7	30,1	30,3	29,6	30,1	30,4	95,5	8	86,3	144,0	0,42
Dez.	30,2	23,2	25,9	27,0	28,6	28,9	28,6	29,2	29,6	218,2	21	54,1	89,2	0,36
Média	33,3	23,6	27,7	29,7	29,6	30,0	29,3	29,7	29,9	198,4	14,2	81,0	136,8	0,42
Total	-	-	-	-	-	v	-	-	v	2.381,2	170	972,1	1.641,5	-

(¹) Máxima; (²) mínima; (³) precipitação; (⁴) evaporação de Piche; (⁵) velocidade do vento.

Precipitação pluviométrica

O total da precipitação pluviométrica anual em 2024 foi 2.381,2 mm, inferior 290,6 mm à média anual da série histórica de 1971–2024, em 170 dias com chuva, 47,5 dias a menos que a média da série histórica, que é de 217,5 dias. Em março houve a maior precipitação acumulada (440,8 mm), em outubro a menor (49,8 mm). Em abril ocorreu mais dias com precipitação (22 dias), e agosto teve apenas 3 dias com chuva. O período mais chuvoso, com base no balanço hídrico do solo, foi de fevereiro a junho, acumulando 1.591,1 mm, representando 67% da precipitação anual, sendo 10% superior à soma das médias históricas da precipitação mensal para o mesmo período. O período seco foi de julho a novembro, com total de precipitação acumulada de 419,1 mm, representando 18% do total da precipitação anual e apenas 60% da soma das médias históricas da precipitação mensal para o mesmo período (Tabela 3 e Figura 1). A maior precipitação registrada em 24 horas foi 83,6 mm em março. O decêndio D8 (11 a 20 de março) registrou a maior precipitação decencial, com 189,0 mm de precipitação acumulada, 81% maior que o total acumulado calculado com as médias da série histórica para esse decêndio (Figura 2).

Tabela 3. Precipitação mensal e dias com chuva em 2024 e na série histórica 1971–2024. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Precipitação (mm)		Desvio (mm)	Dias com chuva		
	1971–2024	2024		1971–2024	2024	Desvio
Janeiro	284,1	152,8	-131,3	21,8	16	-5,8
Fevereiro	312,7	344,5	31,8	20,9	19	-1,9
Março	342,0	440,8	98,8	23,6	19	-4,6
Abril	335,8	329,0	-6,8	23,2	22	-1,2
Mai	275,5	278,1	2,6	22,6	21	-1,6

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Mês	Precipitação (mm)		Desvio (mm)	Dias com chuva		
	1971–2024	2024		1971–2024	2024	Desvio
Junho	174,8	198,7	23,9	18,5	18	-0,5
Julho	122,1	78,1	-44,0	15,3	8	-7,3
Agosto	107,4	57,6	-49,8	12,8	3	-9,8
Setembro	113,3	138,1	24,8	12,7	6	-6,7
Outubro	157,0	49,8	-107,2	13,8	9	-4,8
Novembro	195,3	95,5	-99,8	13,9	8	-5,9
Dezembro	251,8	218,2	-33,6	18,4	21	2,6
Total	2.671,8	2.381,2	-290,6	217,5	170	-47,5
Média mês	222,7	198,4	-24,2	18,1	14,2	-4,0

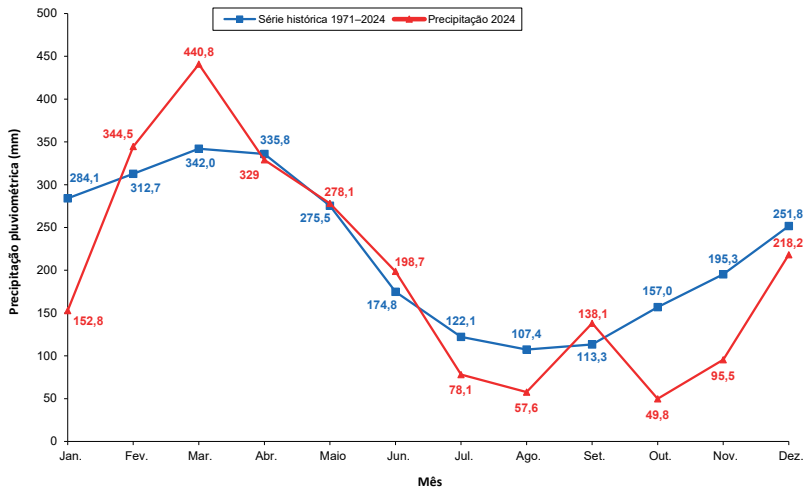


Figura 1. Precipitação mensal em 2024 e média da série histórica 1971–2024. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

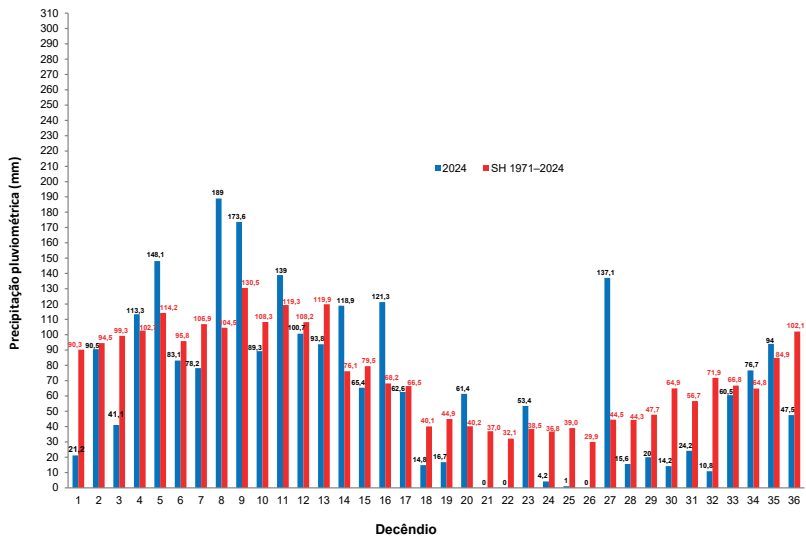


Figura 2. Total de precipitação em 2024 e média histórica de 1971–2024 por decênio. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Temperaturas do ar e do solo

As médias mensais das temperaturas máximas, médias e mínimas do ar ficaram acima de suas médias históricas de 1971–2024, exceto em dezembro, para as máximas e média mensal. A média anual das máximas do ar foi 1,5 °C acima da média histórica de 1971–2024. Semelhantemente, a temperatura média anual ficou 1,5 °C acima de sua média histórica. A média anual das mínimas foi 23,6°C, com 1,2 °C acima da média histórica de 1971–2024 (Tabela 4).

As médias da temperatura da superfície ou relva ficaram acima das médias da temperatura do solo de julho a novembro, em todas as profundidades; em junho ficaram abaixo da temperatura do solo somente na profundidade de 5 cm (Tabela 5).

As médias decendiais da temperatura máxima do ar ficaram abaixo de suas respectivas médias da série histórica 1971–2024, nos decêndios: 1, 19, 22, 29, 32, 34 e 36, e as médias das mínimas apenas nos decêndios 22 e 34, enquanto a média decendial foi abaixo da média histórica nos decêndios: 19, 22, 29, 34 e 36, classificando 2024 como mais um ano com temperaturas decendiais predominantemente acima da média. A maior média decendial das máximas foi 39,2 °C no decêndio 26 (11 a 20 de setembro), a menor média decendial das mínimas foi 21,0 °C no decêndio 22 (1º a 10 de agosto). A maior média decendial foi 31,6 °C no decêndio 26 e a menor 23,4 °C no decêndio 22 (Tabela 6).

Tabela 4. Temperaturas máximas, mínimas e médias mensais (°C) do ar em 2024 e na série histórica 1971–2024. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Máxima		Mínima		Média	
	1971–2024	2024	1971–2024	2024	1971–2024	2024
Jan.	30,9	32,6	25,7	27,6	22,6	23,9
Fev.	30,7	32,5	25,7	27,5	22,6	23,7
Mar.	30,9	32,3	25,8	27,1	22,7	23,6
Abr.	31,1	32,3	25,9	27,2	22,7	24,0
Mai	31,3	32,2	26,0	27,4	22,6	24,0
Jun.	31,3	33,8	25,8	27,9	22,1	23,2
Jul.	31,7	33,5	25,8	27,6	21,8	22,9
Ago.	33,0	34,0	26,5	27,7	21,8	22,8
Set.	33,6	37,2	26,9	29,9	22,3	24,0
Out.	33,3	35,7	27,0	28,9	22,6	23,6
Nov.	32,7	33,3	26,8	27,6	22,8	24,1
Dez.	31,5	30,2	26,2	25,9	22,7	23,2
Média	31,8	33,3	26,2	27,7	22,4	23,6

Tabela 5. Médias mensais da temperatura (°C) no solo e na relva (superfície) em 2024. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM.

Mês	Profundidade (cm)					
	Relva	2	5	10	20	30
Janeiro	26,3	29,2	29,6	29,1	29,5	29,6
Fevereiro	28,1	29,2	29,6	29,0	29,5	29,6
Março	27,6	29,0	29,4	28,8	29,3	29,6
Abril	28,8	29,8	30,1	29,3	29,6	29,9
Maiο	27,2	29,0	29,3	28,9	29,3	29,5
Junho	29,3	29,1	29,5	28,9	29,0	29,2
Julho	30,3	29,6	29,9	29,1	29,4	29,7
Agosto	33,0	30,2	30,4	29,6	29,9	30,4
Setembro	35,7	31,0	31,6	30,5	30,7	31,3
Outubro	32,2	31,0	31,1	30,1	30,4	30,7
Novembro	30,7	30,1	30,3	29,6	30,1	30,4
Dezembro	27,0	28,6	28,9	28,6	29,2	29,6
Média	29,7	29,6	30,0	29,3	29,7	29,9

Tabela 6. Médias e amplitude decendial da temperatura (°C) do ar em 2024 e na série histórica 1971–2024. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM.

Dec. ⁽¹⁾	Temperatura 1971–2024				Temperatura 2024			
	Máx. ⁽²⁾	Mín. ⁽³⁾	Méd. ⁽⁴⁾	Amp. ⁽⁵⁾	Máx.	Mín.	Méd.	Amp.
D1	30,8	22,5	25,7	8,3	29,2	23,8	26,1	8,8
D2	30,9	22,5	25,7	8,4	33,4	24,2	29,2	8,6
D3	30,9	22,7	25,8	8,2	33,0	24,2	28,1	8,8

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Dec. ⁽¹⁾	Temperatura 1971–2024				Temperatura 2024			
	Máx. ⁽²⁾	Mín. ⁽³⁾	Méd. ⁽⁴⁾	Amp. ⁽⁵⁾	Máx.	Mín.	Méd.	Amp.
D4	30,67	22,6	25,68	8,03	31,0	25,0	27,3	8,1
D5	30,8	22,6	25,72	8,2	34,8	23,0	28,5	8,8
D6	30,64	22,6	25,70	8,01	33,1	23,3	27,7	9,8
D7	30,9	22,7	25,8	8,2	31,4	23,2	25,9	9,1
D8	30,9	22,7	25,8	8,2	33,4	24,0	27,8	8,4
D9	31,0	22,7	25,8	8,4	32,0	23,6	26,8	8,5
D10	31,2	22,8	26,0	8,4	33,8	25,0	28,6	9,0
D11	30,9	22,7	25,8	8,2	32,4	23,2	27,4	8,0
D12	31,2	22,7	25,9	8,5	31,8	23,7	26,6	8,0
D13	31,1	22,6	25,8	8,5	33,0	24,2	28,4	8,3
D14	31,3	22,7	26,1	8,7	34,6	24,4	29,0	7,5
D15	31,3	22,6	26,0	8,8	32,7	23,6	27,7	9,0
D16	31,2	22,2	25,9	9,0	35,0	23,5	28,3	9,9
D17	31,2	22,1	25,8	9,1	34,0	23,6	27,9	11,4
D18	31,6	22,0	25,9	9,6	33,7	22,9	27,5	10,6
D19	31,4	21,9	25,7	9,6	30,0	23,5	25,5	10,6
D20	31,6	21,75	25,8	9,8	34,4	22,2	27,8	9,7
D21	32,2	21,72	26,0	10,5	34,5	23,0	28,3	11,5
D22	32,8	21,73	26,4	11,1	27,0	21,0	23,4	11,3
D23	32,9	21,9	26,4	11,0	36,4	23,2	29,5	9,8
D24	33,4	21,9	26,7	11,44	35,7	23,3	28,8	12,5

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Dec. ⁽¹⁾	Temperatura 1971–2024				Temperatura 2024			
	Máx. ⁽²⁾	Mín. ⁽³⁾	Méd. ⁽⁴⁾	Amp. ⁽⁵⁾	Máx.	Mín.	Méd.	Amp.
D25	33,5	22,1	26,7	11,35	38,0	23,5	30,3	13,7
D26	33,7	22,3	27,0	11,42	39,2	24,0	31,6	13,6
D27	33,5	22,4	26,9	11,1	35,5	23,8	28,5	12,3
D28	33,5	22,6	27,1	10,9	38,6	23,8	30,7	12,3
D29	33,2	22,6	26,9	10,6	29,0	23,5	25,2	12,1
D30	33,2	22,7	27,0	10,4	35,6	23,9	29,0	11,8
D31	32,8	22,82	26,8	10,0	33,4	23,0	27,4	10,3
D32	32,7	22,826	26,8	9,9	31,4	25,8	27,5	8,5
D33	32,5	22,832	26,7	9,7	33,3	23,7	27,7	8,7
D34	32,1	22,7	26,5	9,3	25,8	22,0	23,5	7,6
D35	31,6	22,7	26,2	8,8	32,8	23,8	27,6	6,8
D36	31,0	22,5	25,9	8,5	29,8	23,2	25,7	6,6

(1) Decêndio; (2) temperatura máxima; (3) temperatura mínima; (4) temperatura média; (5) amplitude térmica.

Umidade relativa do ar

A média anual da umidade relativa do ar (UR) foi 84,6%, inferior 0,5% à média histórica da série 1971–2024. Durante o ano foi superior à média histórica só em março, abril, novembro e dezembro. Dezembro apresentou a maior média mensal (89,5%) e setembro a menor, 73% (Figura 3). A maior média diária foi 100%, registrada em fevereiro e março, e a menor 61%, em setembro.

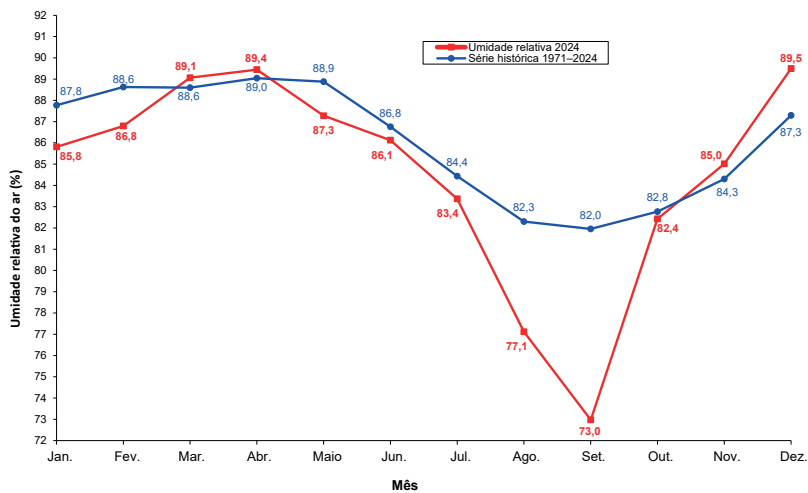


Figura 3. Médias mensais da umidade relativa do ar (%) em 2024 e na série histórica 1971–2024. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Evaporação de Piche

A evaporação anual, medida diariamente no evaporímetro de Piche dentro do abrigo meteorológico, totalizou 972,1 mm, foi 162,8 mm maior que o total anual das médias mensais da série histórica 1976–2024. A média mensal anual foi 81,0 mm, maior 13,6 mm que a média mensal anual da série histórica. O total mensal só foi inferior à sua respectiva média histórica em maio e dezembro. A média anual da evaporação diária foi 2,7 mm, superior 0,5 mm à da série histórica, que foi 2,2 mm (Tabela 7). Setembro acumulou o maior volume de evaporação (155 mm) e maio o menor (45,2 mm).

Tabela 7. Totais mensais e médias diárias da evaporação em 2024 e na série histórica 1976–2024, medida no abrigo meteorológico com evaporímetro de Piche. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM.

Mês	Total mensal (mm)		Média diária (mm)	
	1976-2024	2024	1976-2024	2024
Janeiro	57,8	72,3	1,9	2,3
Fevereiro	51,1	65,4	1,8	2,3
Março	54,0	54,3	1,7	1,8
Abril	49,0	60,5	1,6	2,0
Maiο	52,4	45,1	1,7	1,5
Junho	61,1	63,6	2,0	2,1
Julho	76,1	91,4	2,5	2,9
Agosto	89,7	120,8	2,9	3,9
Setembro	93,0	155,0	3,1	5,2
Outubro	89,1	103,3	2,9	3,3
Novembro	74,0	86,3	2,5	2,9
Dezembro	62,0	54,1	2,0	1,7
Total	809,3	972,1	–	–
Média	67,4	81,0	2,2	2,7

Brilho solar

O total anual de horas de brilho solar foi 1.641,5 horas, com 196,7 horas a menos que o total anual das médias mensais da série histórica 1972–2024, que é de 1.838,2 horas, o equivalente a 16 dias e 5 horas de nebulosidade durante o ano, considerando

12 horas de brilho solar por dia. A média mensal anual foi 136,8 horas, sendo 16,4 horas menor que a da série histórica. A média diária foi 4,5 horas, sendo 0,5 hora menor que a da série histórica, que foi 5,0 horas. O total mensal de horas de brilho solar só foi maior do que a média mensal da série histórica em fevereiro, julho, agosto e outubro (Tabela 8).

Tabela 8. Totais mensais e médias diárias de brilho solar em 2024 e na série histórica 1972–2024. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM.

Mês	Brilho solar mensal (h)		Brilho solar diário (h)	
	1972–2024	2024	1972–2024	2024
Janeiro	120,5	108,7	3,9	3,5
Fevereiro	100,9	109,6	3,6	3,8
Março	108,7	59,3	3,5	1,9
Abril	111,6	90,1	3,7	3,0
Maiο	137,5	81,7	4,4	2,6
Junho	167,9	145,9	5,6	4,9
Julho	201,8	205,9	6,5	6,6
Agosto	222,2	224,8	7,2	7,3
Setembro	198,4	193,9	6,6	6,5
Outubro	185,7	188,4	6,0	6,1
Novembro	156,4	144,0	5,2	4,8
Dezembro	126,6	89,2	4,1	2,9
Total	1.838,2	1.641,5	–	–
Média	153,2	136,8	5,0	4,5

Velocidade do vento

A média anual da velocidade média diária do vento foi de 0,42 m s⁻¹, menor 0,18 m s⁻¹ que a média da série histórica de 1971–2024. Foi inferior à média da série histórica em todos os meses do ano (Tabela 9). A maior média mensal foi registrada em setembro (0,61 m s⁻¹), em maio a menor (0,31 m s⁻¹).

Tabela 9. Médias mensais da velocidade diária do vento em 2024 e da série histórica 1971–2024. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM.

Mês	V ⁽¹⁾ vento (m s ⁻¹)		V vento (km h ⁻¹)	
	1971–2024	2024	1971–2024	2024
Janeiro	0,63	0,49	2,26	1,78
Fevereiro	0,68	0,50	2,44	1,81
Março	0,65	0,43	2,33	1,56
Abril	0,57	0,35	2,07	1,25
Maio	0,52	0,31	1,86	1,12
Junho	0,55	0,34	1,96	1,22
Julho	0,57	0,39	2,06	1,42
Agosto	0,61	0,47	2,19	1,70
Setembro	0,63	0,61	2,26	2,21
Outubro	0,63	0,41	2,25	1,46
Novembro	0,60	0,42	2,16	1,51
Dezembro	0,57	0,36	2,07	1,29
Média	0,60	0,42	2,16	1,53

⁽¹⁾ Velocidade.

Balanço hídrico do solo

No balanço hídrico do solo, pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), houve deficit hídrico em janeiro e no período de julho a novembro, considerado prolongado e atípico, sendo que, no balanço hídrico calculado com as médias da série histórica 1971–2024, ocorreu deficit de julho a setembro, porém insignificante em julho. O maior deficit hídrico ocorreu em outubro para as CADs de 30 até 200 mm, e para a CAD de 300 mm ocorreu em janeiro. Os deficit alcançaram 112 mm para as CADs de 30 mm, 50 mm e 300 mm; para CAD de 100 mm, o deficit chegou em 103 mm e para a CAD de 200 mm, o deficit atingiu 79,5 mm; enquanto, no cálculo com as médias históricas, o maior deficit foi 21 mm em setembro, para CAD de 30 mm.

A evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real foram superiores às dos últimos 2 anos, em que ocorreu seca prolongada (Antonio, 2025b, 2025c), indicando maior demanda de água do solo.

Os deficit hídricos de janeiro, outubro e novembro foram atípicos, uma vez que, quando o balanço foi calculado com as médias da série histórica, o deficit foi zero, como em anos nos quais não ocorre seca prolongada. Não houve excedentes hídricos no solo para todas as CADs em janeiro; e no período de julho a novembro não houve deficit hídrico para todas as CADs; em dezembro também não houve excedentes para as CADs de 100, 200 e 300 mm, demandando maior tempo para repor o armazenamento hídrico do solo para essas CADs. O maior excedente foi de 293,4 mm em março, para todas as CADs, maior 36% que o calculado com a média histórica desse mês (Tabelas 10 a 19 e Figuras 4 a 15).

Tabela 10. Balanço hídrico do solo em 2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ETr ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
Janeiro	27,6	153,1	152,8	-0,3	-0,3	29,7	-0,3	153,1	0,0	0,0
Fevereiro	27,5	136,7	344,5	207,8	0,0	30,0	0,3	136,7	207,4	0,0
Março	27,1	147,4	440,8	293,4	0,0	30,0	0,0	147,4	293,4	0,0
Abril	27,2	141,9	329,0	187,1	0,0	30,0	0,0	141,9	187,1	0,0
Maiο	27,4	147,6	278,1	130,5	0,0	30,0	0,0	147,6	130,5	0,0
Junho	27,9	146,6	198,7	52,1	0,0	30,0	0,0	146,6	52,1	0,0
Julho	27,6	149,1	78,1	-71,0	-71,0	2,8	-27,2	105,3	0,0	43,8
Agosto	27,7	151,4	57,6	-93,8	-164,9	0,1	-2,7	60,3	0,0	91,1
Setembro	29,9	163,6	138,1	-25,5	-190,4	0,1	-0,1	138,2	0,0	25,4
Outubro	28,9	162,6	49,8	-112,8	-303,2	0,0	-0,1	49,9	0,0	112,8
Novembro	27,6	147,8	95,5	-52,3	-355,5	0,0	0,0	95,5	0,0	52,3
Dezembro	25,9	123,0	218,2	95,2	0,0	30,0	30,0	123,0	65,2	0,0
Ano	27,7	1.770,8	2.381,2	610,4	-	-	-	1.445,5	935,7	325,4

(1) Temperatura média mensal; (2) evapotranspiração potencial; (3) precipitação; (4) precipitação-evapotranspiração potencial; (5) negativo acumulando; (6) armazenamento; (7) alteração; (8) evapotranspiração real; (9) excedente hídrico; (10) deficiência hídrica.

Tabela 11. Balanço hídrico do solo em 2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 50 mm. Empresa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	Neg. acum. ⁽⁵⁾ (mm)						Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
		ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ETr ⁽⁸⁾		
Janeiro	27,6	153,1	152,8	-0,3	-0,3	49,7	-0,3	153,1	0,0
Fevereiro	27,5	136,7	344,5	207,8	0,0	50,0	0,3	136,7	207,4
Março	27,1	147,4	440,8	293,4	0,0	50,0	0,0	147,4	293,4
Abril	27,2	141,9	329,0	187,1	0,0	50,0	0,0	141,9	187,1
Maiο	27,4	147,6	278,1	130,5	0,0	50,0	0,0	147,6	130,5
Junho	27,9	146,6	198,7	52,1	0,0	50,0	0,0	146,6	52,1
Julho	27,6	149,1	78,1	-71,0	-71,0	12,1	-37,9	116,0	0,0
Agosto	27,7	151,4	57,6	-93,8	-164,9	1,8	-10,2	67,8	0,0
Setembro	29,9	163,6	138,1	-25,5	-190,4	1,1	-0,7	138,8	0,0
Outubro	28,9	162,6	49,8	-112,8	-303,2	0,1	-1,0	50,8	0,0
Novembro	27,6	147,8	95,5	-52,3	-355,5	0,0	-0,1	95,6	0,0
Dezembro	25,9	123,0	218,2	95,2	0,0	50,0	50,0	123,0	45,2
Ano	27,7	1.770,8	2.381,2	610,4	-	-	-	1.465,3	305,5

(1) Temperatura média mensal; (2) evapotranspiração potencial; (3) precipitação; (4) precipitação-evapotranspiração potencial; (5) negativo acumulando; (6) armazenamento; (7) alteração; (8) evapotranspiração real; (9) excedente hídrico; (10) deficiência hídrica.

Tabela 12. Balanço hídrico do solo em 2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ETR ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
Janeiro	27,6	153,1	152,8	-0,3	-0,3	99,7	-0,3	153,1	0,0	0,0
Fevereiro	27,5	136,7	344,5	207,8	0,0	100,0	0,3	136,7	207,4	0,0
Março	27,1	147,4	440,8	293,4	0,0	100,0	0,0	147,4	293,4	0,0
Abril	27,2	141,9	329,0	187,1	0,0	100,0	0,0	141,9	187,1	0,0
Maiο	27,4	147,6	278,1	130,5	0,0	100,0	0,0	147,6	130,5	0,0
Junho	27,9	146,6	198,7	52,1	0,0	100,0	0,0	146,6	52,1	0,0
Julho	27,6	149,1	78,1	-71,0	-71,0	49,2	-50,8	128,9	0,0	20,2
Agosto	27,7	151,4	57,6	-93,8	-164,9	19,2	-29,9	87,5	0,0	63,9
Setembro	29,9	163,6	138,1	-25,5	-190,4	14,9	-4,3	142,4	0,0	21,2
Outubro	28,9	162,6	49,8	-112,8	-303,2	4,8	-10,1	59,9	0,0	102,8
Novembro	27,6	147,8	95,5	-52,3	-355,5	2,9	-2,0	97,5	0,0	50,3
Dezembro	25,9	123,0	218,2	95,2	0,0	98,0	95,2	123,0	0,0	0,0
Ano	27,7	1.770,8	2.381,2	610,4	-	-	-	1.512,5	870,5	258,4

(1) Temperatura média mensal; (2) evapotranspiração potencial; (3) precipitação; (4) precipitação-evapotranspiração potencial; (5) negativo acumulando; (6) armazenamento; (7) alteração; (8) evapotranspiração real; (9) excedente hídrico; (10) deficiência hídrica.

Tabela 13. Balanço hídrico do solo em 2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 200 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	(mm)				
						Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ET ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
Janeiro	27,6	153,1	152,8	-0,3	-0,3	199,7	58,2	211,0	0,0	57,8
Fevereiro	27,5	136,7	344,5	207,8	0,0	200,0	0,3	136,7	207,4	0,0
Março	27,1	147,4	440,8	293,4	0,0	200,0	0,0	147,4	293,4	0,0
Abril	27,2	141,9	329,0	187,1	0,0	200,0	0,0	141,9	187,1	0,0
Maiο	27,4	147,6	278,1	130,5	0,0	200,0	0,0	147,6	130,5	0,0
Junho	27,9	146,6	198,7	52,1	0,0	200,0	0,0	146,6	52,1	0,0
Julho	27,6	149,1	78,1	-71,0	-71,0	140,2	-59,8	137,9	0,0	11,2
Agosto	27,7	151,4	57,6	-93,8	-164,9	87,7	-52,5	110,1	0,0	41,3
Setembro	29,9	163,6	138,1	-25,5	-190,4	77,2	-10,5	148,6	0,0	15,0
Outubro	28,9	162,6	49,8	-112,8	-303,2	43,9	-33,3	83,1	0,0	79,5
Novembro	27,6	147,8	95,5	-52,3	-355,5	33,8	-10,1	105,6	0,0	42,2
Dezembro	25,9	123,0	218,2	95,2	0,0	129,0	95,2	123,0	0,0	0,0
Ano	27,7	1.770,8	2.381,2	610,4	-	-	-	1.639,5	870,5	247,0

⁽¹⁾ Temperatura média mensal; ⁽²⁾ evapotranspiração potencial; ⁽³⁾ precipitação; ⁽⁴⁾ precipitação-evapotranspiração potencial; ⁽⁵⁾ negativo acumulando; ⁽⁶⁾ armazenamento; ⁽⁷⁾ alteração; ⁽⁸⁾ evapotranspiração real; ⁽⁹⁾ excedente hídrico; ⁽¹⁰⁾ deficiência hídrica.

Tabela 14. Balanço hídrico do solo em 2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 300 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ETR ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
Janeiro	27,6	153,1	152,8	-0,3	-0,3	299,7	112,2	265,0	0,0	111,9
Fevereiro	27,5	136,7	344,5	207,8	0,0	300,0	0,3	136,7	207,4	0,0
Março	27,1	147,4	440,8	293,4	0,0	300,0	0,0	147,4	293,4	0,0
Abril	27,2	141,9	329,0	187,1	0,0	300,0	0,0	141,9	187,1	0,0
Maió	27,4	147,6	278,1	130,5	0,0	300,0	0,0	147,6	130,5	0,0
Junho	27,9	146,6	198,7	52,1	0,0	300,0	0,0	146,6	52,1	0,0
Julho	27,6	149,1	78,1	-71,0	-71,0	236,8	-63,2	141,3	0,0	7,8
Agosto	27,7	151,4	57,6	-93,8	-164,9	173,2	-63,6	121,2	0,0	30,2
Setembro	29,9	163,6	138,1	-25,5	-190,4	159,1	-14,1	152,2	0,0	11,4
Outubro	28,9	162,6	49,8	-112,8	-303,2	109,2	-49,9	99,7	0,0	63,0
Novembro	27,6	147,8	95,5	-52,3	-355,5	91,7	-17,5	113,0	0,0	34,8
Dezembro	25,9	123,0	218,2	95,2	0,0	186,9	95,2	123,0	0,0	0,0
Ano	27,7	1.770,8	2.381,2	610,4	-	-	-	1.735,6	870,5	259,1

⁽¹⁾ Temperatura média mensal; ⁽²⁾ evapotranspiração potencial; ⁽³⁾ precipitação; ⁽⁴⁾ precipitação-evapotranspiração potencial; ⁽⁵⁾ negativo acumulando; ⁽⁶⁾ armazenamento; ⁽⁷⁾ alteração; ⁽⁸⁾ evapotranspiração real; ⁽⁹⁾ excedente hídrico; ⁽¹⁰⁾ deficiência hídrica.

Tabela 15. Balanço hídrico do solo, método de Thornthwaite e Mather (1957), e médias da série histórica 1971–2024, para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ETR ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
Janeiro	25,7	125,6	284,1	158,4	0,0	30,0	0,0	125,6	158,4	0,0
Fevereiro	25,7	112,6	312,7	200,1	0,0	30,0	0,0	112,6	200,1	0,0
Março	25,8	125,5	342,0	216,5	0,0	30,0	0,0	125,6	216,5	0,0
Abril	25,9	122,1	335,8	213,7	0,0	30,0	0,0	122,1	213,7	0,0
Maiο	26,0	127,3	275,5	148,1	0,0	30,0	0,0	127,3	148,1	0,0
Junho	25,8	120,5	174,8	54,3	0,0	30,0	0,0	120,5	54,3	0,0
Julho	25,9	124,9	122,1	-2,7	-2,7	27,4	-2,6	124,7	0,0	0,1
Agosto	26,5	136,8	107,4	-29,3	-32,1	10,3	-17,1	124,5	0,0	12,3
Setembro	26,9	140,1	113,3	-26,7	-58,8	4,2	-6,1	119,4	0,0	20,6
Outubro	27,0	146,5	157,0	10,5	0,0	14,7	10,5	146,5	0,0	0,0
Novembro	26,8	140,7	195,3	54,6	0,0	30,0	15,3	140,7	39,4	0,0
Dezembro	26,1	133,5	251,8	118,2	0,0	30,0	0,0	133,5	118,2	0,0
Ano	26,2	1.556,1	2.671,8	1.115,7	-	-	-	1.523,0	1.148,7	33,0

(1) Temperatura média mensal; (2) evapotranspiração potencial; (3) precipitação; (4) precipitação-evapotranspiração potencial; (5) negativo acumulado; (6) armazenamento; (7) alteração; (8) evapotranspiração real; (9) excedente hídrico; (10) deficiência hídrica.

Tabela 16. Balanço hídrico do solo com as médias da série histórica de 1971–2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ET _P ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
Janeiro	25,7	125,6	284,1	158,4	0,0	50,0	0,0	125,6	158,4	0,0
Fevereiro	25,7	112,6	312,7	200,1	0,0	50,0	0,0	112,6	200,1	0,0
Março	25,8	125,5	342,0	216,5	0,0	50,0	0,0	125,5	216,5	0,0
Abril	25,9	122,1	335,8	213,7	0,0	50,0	0,0	122,1	213,7	0,0
Maiο	26,0	127,3	275,5	148,1	0,0	50,0	0,0	127,3	148,1	0,0
Junho	25,8	120,5	174,8	54,3	0,0	50,0	0,0	120,5	54,3	0,0
Julho	25,9	124,9	122,1	-2,7	-2,7	47,3	-2,7	124,8	0,0	0,1
Agosto	26,5	136,8	107,4	-29,3	-32,1	26,3	-21,0	128,4	0,0	8,3
Setembro	26,9	140,1	113,3	-26,7	-58,8	15,4	-10,9	124,2	0,0	15,8
Outubro	27,0	146,5	157,0	10,5	0,0	25,9	10,5	146,5	0,0	0,0
Novembro	26,8	140,7	195,3	54,6	0,0	50,0	24,1	140,7	30,6	0,0
Dezembro	26,1	133,5	251,8	118,2	0,0	50,0	0,0	133,5	118,2	0,0
Ano	26,2	1.556,1	2.671,8	1.115,7	-	-	-	1.531,7	1.139,9	24,2

(¹) Temperatura média mensal; (²) evapotranspiração potencial; (³) precipitação; (⁴) precipitação-evapotranspiração potencial; (⁵) negativo acumulando; (⁶) armazenamento; (⁷) alteração; (⁸) evapotranspiração real; (⁹) excedente hídrico; (¹⁰) deficiência hídrica.

Tabela 17. Balanço hídrico do solo com as médias da série histórica de 1971–2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ETP ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
Janeiro	25,7	125,6	284,1	158,4	0,0	100,0	0,0	125,6	158,4	0,0
Fevereiro	25,7	112,6	312,7	200,1	0,0	100,0	0,0	112,6	200,1	0,0
Março	25,8	125,5	342,0	216,5	0,0	100,0	0,0	125,5	216,5	0,0
Abril	25,9	122,1	335,8	213,7	0,0	100,0	0,0	122,1	213,7	0,0
Maiο	26,0	127,3	275,5	148,1	0,0	100,0	0,0	127,3	148,1	0,0
Junho	25,8	120,5	174,8	54,3	0,0	100,0	0,0	120,5	54,3	0,0
Julho	25,9	124,9	122,1	-2,7	-2,7	97,3	-2,7	124,8	0,0	0,04
Agosto	26,5	136,8	107,4	-29,3	-32,1	72,6	-24,7	132,2	0,0	4,6
Setembro	26,9	140,1	113,3	-26,7	-58,8	55,5	-17,0	130,3	0,0	9,7
Outubro	27,0	146,5	157,0	10,5	0,0	66,1	10,5	146,5	0,0	0,0
Novembro	26,8	140,7	195,3	54,6	0,0	100,0	33,9	140,7	20,7	0,0
Dezembro	26,1	133,5	251,8	118,2	0,0	100,0	0,0	133,5	118,2	0,0
Ano	26,2	1.556,1	2.671,8	1.115,7	-	-	-	1.541,6	1.130,0	14,3

⁽¹⁾ Temperatura média mensal; ⁽²⁾ evapotranspiração potencial; ⁽³⁾ precipitação; ⁽⁴⁾ precipitação-evapotranspiração potencial; ⁽⁵⁾ negativo acumulando; ⁽⁶⁾ armazenamento; ⁽⁷⁾ alteração; ⁽⁸⁾ evapotranspiração real; ⁽⁹⁾ excedente hídrico; ⁽¹⁰⁾ deficiência hídrica.

Tabela 18. Balanço hídrico do solo com as médias da série histórica de 1971–2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 200 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ET ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
Janeiro	25,7	125,6	284,1	158,4	0,0	200,0	0,0	125,6	158,4	0,0
Fevereiro	25,7	112,6	312,7	200,1	0,0	200,0	0,0	112,6	200,1	0,0
Março	25,8	125,5	342,0	216,5	0,0	200,0	0,0	125,5	216,5	0,0
Abril	25,9	122,1	335,8	213,7	0,0	200,0	0,0	122,1	213,7	0,0
Maiο	26,0	127,3	275,5	148,1	0,0	200,0	0,0	127,3	148,1	0,0
Junho	25,8	120,5	174,8	54,3	0,0	200,0	0,0	120,5	54,3	0,0
Julho	25,9	124,9	122,1	-2,7	-2,7	197,3	-2,7	124,8	0,0	0,02
Agosto	26,5	136,8	107,4	-29,3	-32,1	170,4	-26,9	134,3	0,0	2,4
Setembro	26,9	140,1	113,3	-26,7	-58,8	149,1	-21,3	134,6	0,0	5,4
Outubro	27,0	146,5	157,0	10,5	0,0	159,6	10,5	146,5	0,0	0,0
Novembro	26,8	140,7	195,3	54,6	0,0	200,0	40,4	140,7	14,2	0,0
Dezembro	26,1	133,5	251,8	118,2	0,0	200,0	0,0	133,5	118,2	0,0
Ano	26,2	1.556,1	2.671,8	1.115,7	-	-	-	1.548,0	1.123,5	7,8

(¹) Temperatura média mensal; (²) evapotranspiração potencial; (³) precipitação; (⁴) precipitação-evapotranspiração potencial; (⁵) negativo acumulando; (⁶) armazenamento; (⁷) alteração; (⁸) evapotranspiração real; (⁹) excedente hídrico; (¹⁰) deficiência hídrica.

Tabela 19. Balanço hídrico do solo com as médias da série histórica de 1971–2024, método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 300 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀ ⁽⁴⁾	Neg. acum. ⁽⁵⁾	Arm. ⁽⁶⁾	Alt. ⁽⁷⁾	ETr ⁽⁸⁾	Exc. ⁽⁹⁾	Def. ⁽¹⁰⁾
(mm)										
Janeiro	25,7	125,6	284,1	158,4	0,0	300,0	0,0	125,6	158,4	0,0
Fevereiro	25,7	112,6	312,7	200,1	0,0	300,0	0,0	112,6	200,1	0,0
Março	25,8	125,5	342,0	216,5	0,0	300,0	0,0	125,5	216,5	0,0
Abril	25,9	122,1	335,8	213,7	0,0	300,0	0,0	122,1	213,7	0,0
Maiο	26,0	127,3	275,5	148,1	0,0	300,0	0,0	127,3	148,1	0,0
Junho	25,8	120,5	174,8	54,3	0,0	300,0	0,0	120,5	54,3	0,0
Julho	25,9	124,9	122,1	-2,7	-2,7	297,3	-2,7	124,8	0,0	0,01
Agosto	26,5	136,8	107,4	-29,3	-32,1	269,6	-27,7	135,1	0,0	1,6
Setembro	26,9	140,1	113,3	-26,7	-58,8	246,6	-23,0	136,3	0,0	3,7
Outubro	27,0	146,5	157,0	10,5	0,0	257,1	10,5	146,5	0,0	0,0
Novembro	26,8	140,7	195,3	54,6	0,0	300,0	42,9	140,7	11,7	0,0
Dezembro	26,1	133,5	251,8	118,2	0,0	300,0	0,0	133,5	118,2	0,0
Ano	26,2	1.556,1	2.671,8	1.115,7	-	-	-	1.550,5	1.121,0	5,3

⁽¹⁾ Temperatura média mensal; ⁽²⁾ evapotranspiração potencial; ⁽³⁾ precipitação; ⁽⁴⁾ precipitação-evapotranspiração potencial; ⁽⁵⁾ negativo acumuladο; ⁽⁶⁾ armazenamento; ⁽⁷⁾ alteração; ⁽⁸⁾ evapotranspiração real; ⁽⁹⁾ excedente hídrico; ⁽¹⁰⁾ deficiência hídrica.

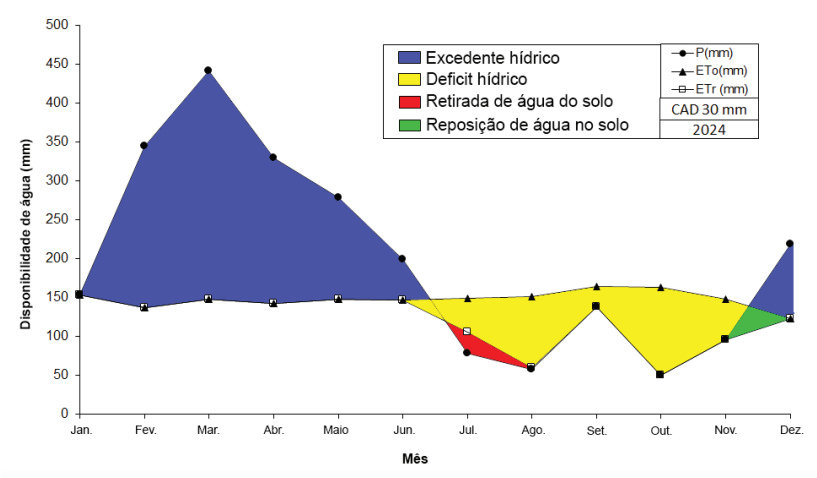


Figura 4. Balanço hídrico do solo em 2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

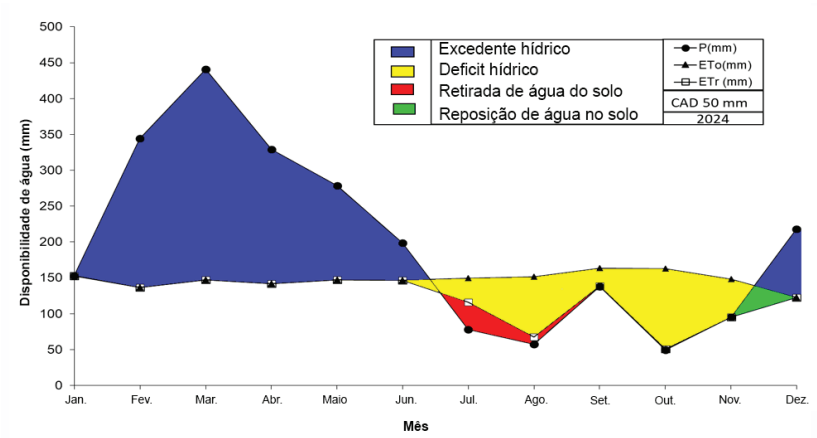


Figura 5. Balanço hídrico do solo em 2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

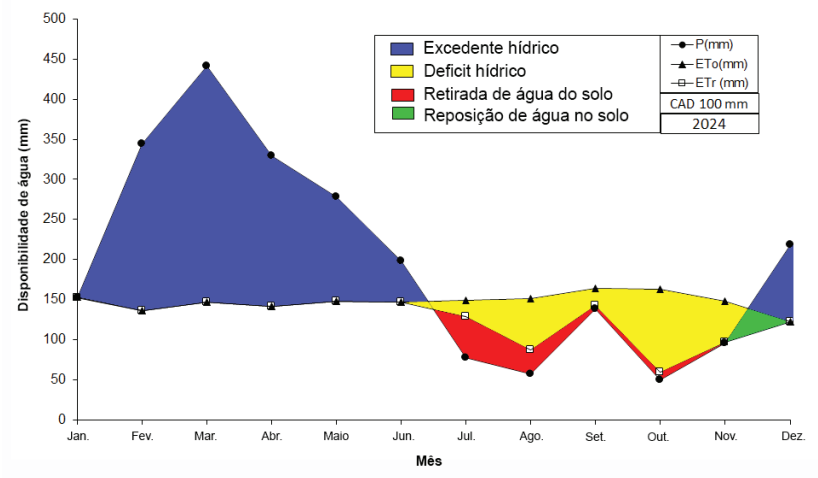


Figura 6. Balanço hídrico do solo em 2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

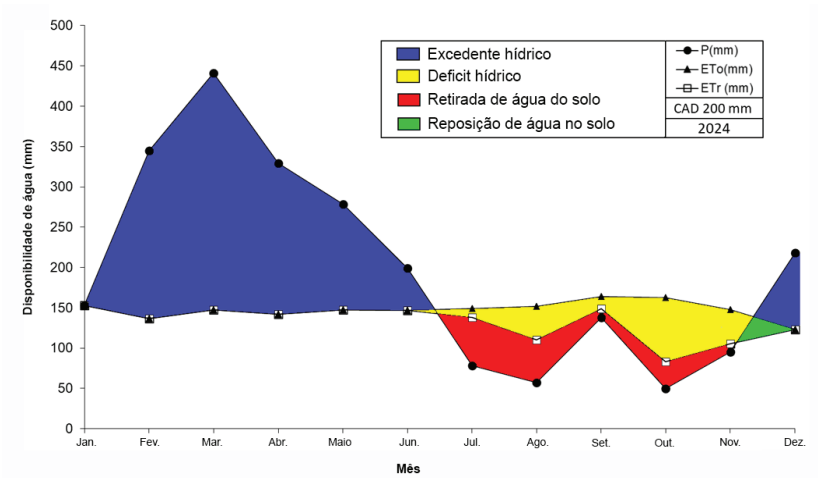


Figura 7. Balanço hídrico do solo em 2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 200 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

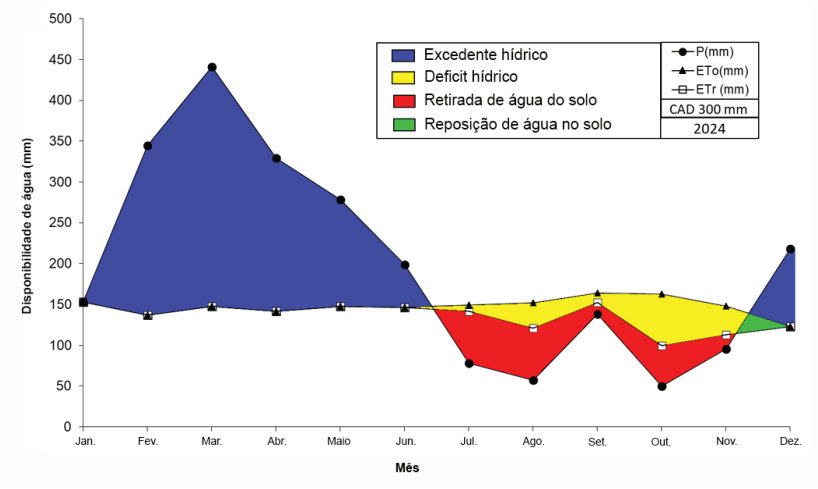


Figura 8. Balanço hídrico do solo em 2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 300 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

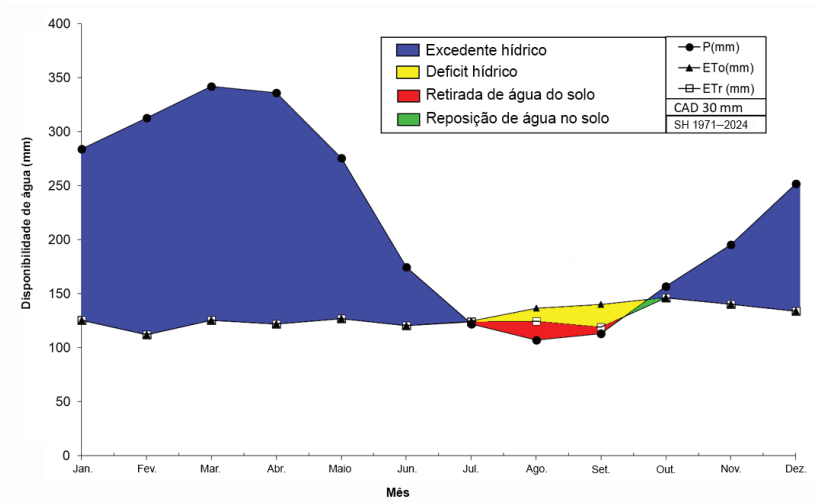


Figura 9. Balanço hídrico com médias da série histórica 1971–2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

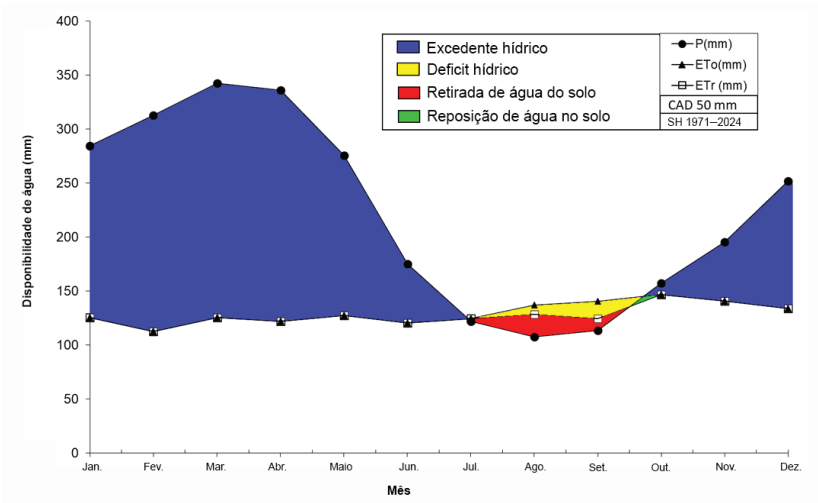


Figura 10. Balanço hídrico com médias da série histórica 1971–2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

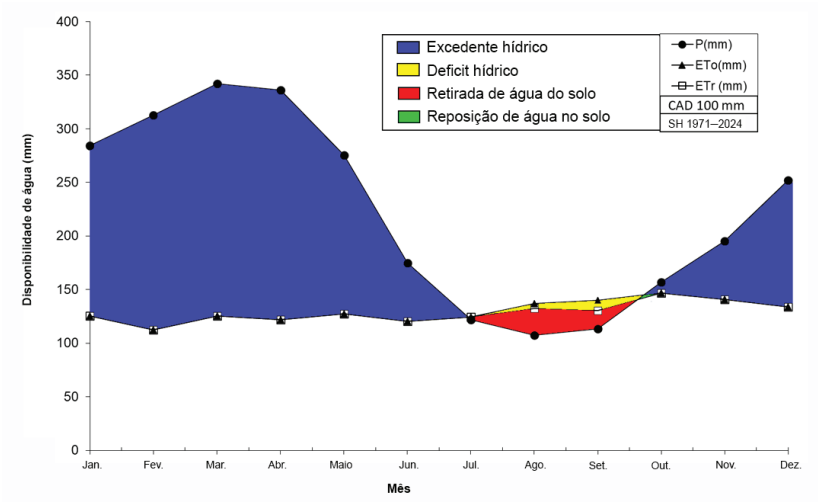


Figura 11. Balanço hídrico com médias da série histórica 1971–2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

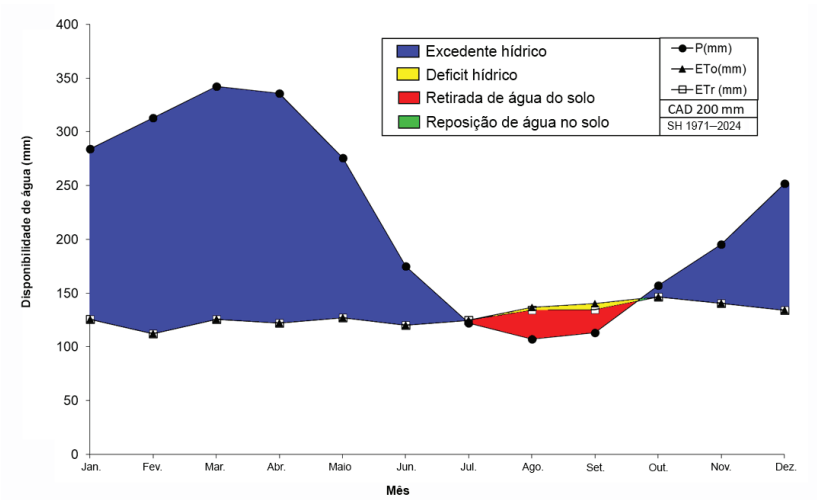


Figura 12. Balanço hídrico com médias da série histórica 1971–2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 200 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

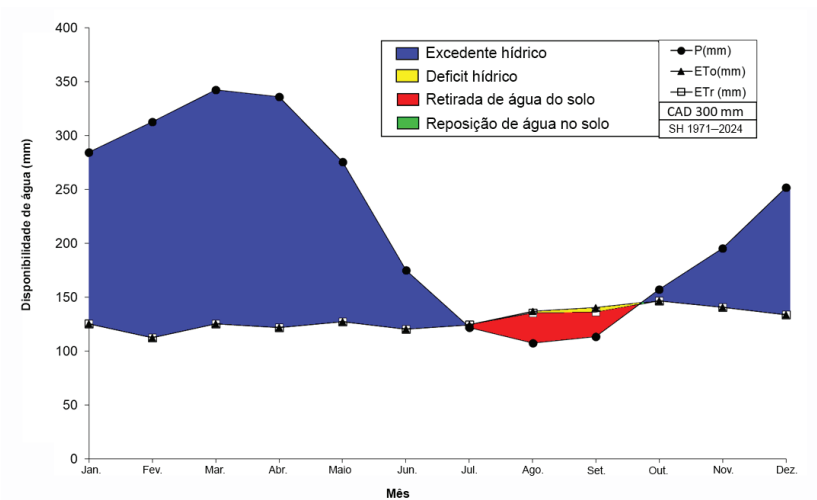


Figura 13. Balanço hídrico com médias da série histórica 1971–2024, método Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 300 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

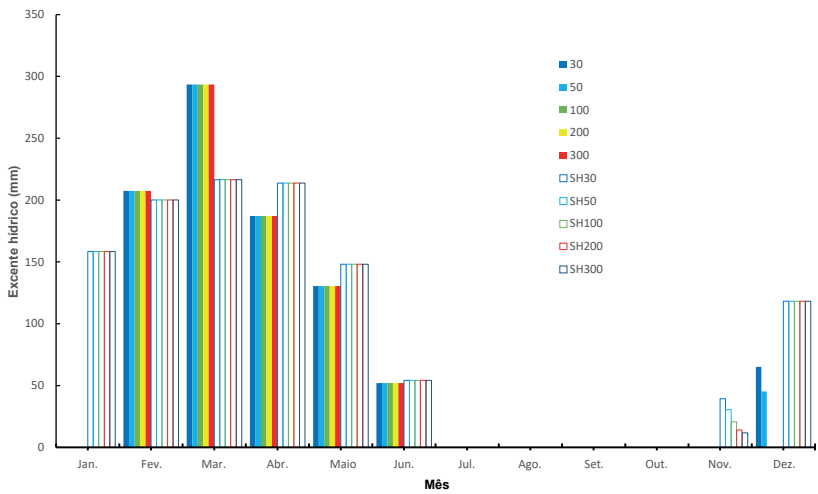


Figura 14. Excedente no balanço hídrico do solo, método Thornthwaite e Mather (1957), em 2024 e série histórica 1971–2024 (SH), para capacidade de água disponível (CAD) de 30, 50, 100, 200 e 300 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

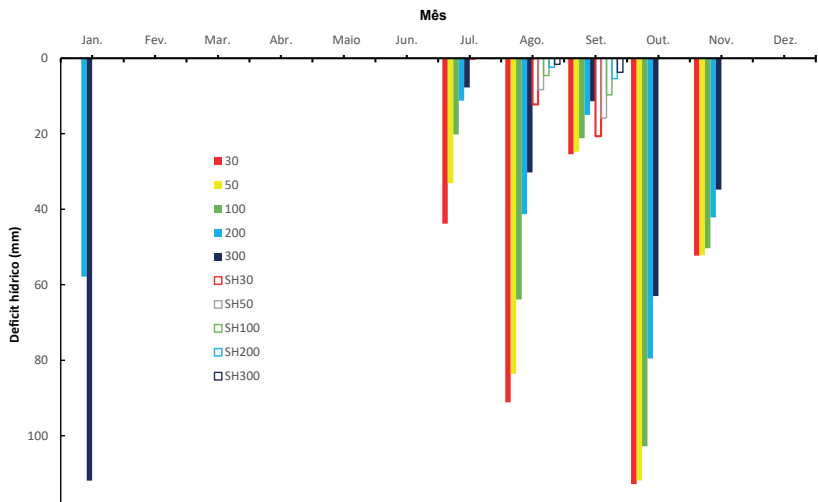


Figura 15. Deficit no balanço hídrico do solo, método Thornthwaite e Mather (1957), em 2024 e série histórica 1971–2024 (SH), para capacidade de água disponível (CAD) de 30, 50, 100, 200 e 300 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Considerações finais

O total anual da precipitação em 2024 foi 11% menor do que a média anual da série histórica 1971–2024. Os totais mensais em 7 meses foram inferiores aos totais das respectivas médias históricas, entre esses meses janeiro computou 54% da precipitação de sua média histórica. O período seco prolongado, de julho a novembro, acumulou 60% do valor total do mesmo período, das médias da série histórica. Março apresentou o maior valor da precipitação mensal, acumulando 19% da precipitação anual, sendo 29% maior que a média do mês em questão na série histórica. No período de seca no solo (julho a novembro), a precipitação acumulada foi 419,1 mm, representando 18% do total anual. No segundo decêndio de março (D8), registrou-se

o maior volume de precipitação. Em 24 dos 36 decêndios (2/3), o total da precipitação foi inferior ao da média histórica, com acúmulo de 40% do total da precipitação em 2024, significando 60% da precipitação concentrados em 1/3 dos decêndios (12 decêndios, o equivalente a 3 meses), evidenciando má distribuição das chuvas. O total anual de dias com chuva foi 47 menor do que o da média histórica.

Médias anuais das temperaturas máxima, média e mínima do ar foram superiores às de suas respectivas médias históricas, mantendo-se acima em 11 meses, exceto em dezembro, para as máximas e as médias. As médias decendiais da temperatura máxima do ar ficaram abaixo de suas respectivas médias históricas em 7 decêndios, as da temperatura média decendial em 5 decêndios e da mínima em apenas 2 decêndios, caracterizando 2024 como um ano com temperaturas predominantemente acima da média histórica.

A temperatura do solo foi superior à temperatura da superfície, durante o período chuvoso (janeiro a junho), e inferior no período de déficit hídrico do solo (julho a novembro).

A umidade relativa do ar ficou abaixo da média histórica em 8 meses, exceto em março, abril, novembro e dezembro, sendo a média anual 1,5% menor que a média anual da série histórica 1971–2024.

O total anual de horas de brilho solar foi menor do que o da série histórica 1972–2024, e o total mensal ficou abaixo da média mensal em 8 meses, exceto em fevereiro, julho, agosto e outubro. O total anual teve 196,7 horas a menos que o total da série histórica, o equivalente a 16 dias e 5 horas de nebulosidade no período diurno, considerando 12 horas de brilho solar por dia.

A média anual da velocidade do vento foi 0,42 m s⁻¹ e a média mensal foi sempre inferior à média histórica em todos os meses do ano, chegando próxima à média histórica em setembro.

O ano de 2024 foi o terceiro ano consecutivo em que ocorreu déficit hídrico prolongado atípico no balanço hídrico do solo (Antonio, 2025b, 2025c), visto que, nesse ano, o déficit hídrico teve a duração de 6 meses, em janeiro para as CADs de 200 e 300 mm, e no período de julho a novembro, para todas as CADs estudadas, acendendo um alerta para os agricultores se prepararem com medidas

mitigatórias para enfrentamento das mudanças climáticas, com esses períodos de seca prolongada no solo cada vez mais frequentes. O período de seca no solo apresentou deficit hídricos consideravelmente maiores que os calculados com as médias mensais da série histórica 1971–2024.

Os maiores deficit hídricos registrados foram em janeiro, para CAD de 300 mm, e outubro para as CADs de 30 mm até 200 mm, enquanto os calculados com a série histórica foram em setembro para todas as CADs. Houve demanda maior de tempo para repor o estoque hídrico do solo para as CADs de 100, 200 e 300 mm, pois não ocorreram excedentes hídricos em dezembro para essas CADs. O maior excedente hídrico do solo foi 293,4 mm em março, 36% maior do que o calculado com a média histórica.

Houve demanda de água do solo maior do que nos últimos 2 anos (2023 e 2022), em que ocorreu seca prolongada no solo. A evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real foram superiores à desses anos (Antonio, 2025b, 2025c).

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 27 fev. 2024.
- ANTONIO, I. C. **Boletim agrometeorológico, série anual 2021**: Estação Agroclimatológica de Superfície da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2025a. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos).
- ANTONIO, I. C. **Boletim agrometeorológico, série anual 2022**: Estação Agroclimatológica de Superfície da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2025b. 50 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 168). Disponível em: <https://>

www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1174817/1/Doc168.pdf. Acesso em: 20 abr. 2025.

ANTONIO, I. C. **Boletim agrometeorológico, série anual 2023**: Estação Agroclimatológica de Superfície da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2025c. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos).

ANTONIO, I. C. **Parâmetros climáticos, registrados na Estação Agroclimatológica Convencional da Embrapa, no entorno de Manaus – 50 anos de registro (1971–2020)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2022. 133 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 158). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1149798>. Acesso em: 20 jan. 2025.

FARIAS, J. R. B.; MONTEIRO, J. E. B. de A.; VICTORIA, D. de C.; SIBALDELLI, R. N. R.; CRUSIOL, L. G. T.; GONCALVES, S. L. Zoneamento agrícola de risco climático da soja para seis classes de água disponível no solo (ZARC SOJA - 06 ADS). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 38., 2023, Londrina. **Resumos expandidos** [...]. Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Embrapa Soja. Eventos técnicos & científicos, 1). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1156404/1/p-27-ETC-1-RPS-2023-res-exp-2-2.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2025.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil 2000**. Rio de Janeiro, 2002. v. 60, 834 p. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2000.pdf. Acesso em: 19 fev. 2024.

KLEIN, S. A. Calculation of monthly average insolation on tilted surfaces. **Solar Energy**, v. 19, p. 325-329, 1977. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0038092X77900019>. Acesso em: 19 fev. 2024.

SERRA, A. **Médias mensais em Meteorologia**. Rio de Janeiro: CNPq, 1974. 49 p.

TEIXEIRA, L. B.; CABRAL, O. M. R.; OLIVEIRA, C. A. D. de; ALMEIDA, O. M. P. de; SOUZA, M. L. M. de; SILVA, A. L. da. **Boletim agrometeorológico 1984**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1986. 25 p. (EMBRAPA - UEPAE de Manaus. Boletim agrometeorológico, 6). Disponível em: <https://>

ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53325/1/boletim-agrometeorologico-1984.pdf. Acesso em: 19 jul. 2024.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, Jan. 1948. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/210739>. Acesso em: 29 fev. 2024.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1957. 311 p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology; v. 10, n. 3).

WILM, H. G.; THORNTHWAITE, C. W.; COLMAN, E. A.; CUMMINGS, N. W.; CROFT, A. R.; GISBORNE, H. T.; HARDING, S. T.; HENDRICKSON, A. H.; HOOVER, M. D.; HOUK, I. E.; KITTREDGE, J.; LEE, C. H.; ROSSBY, C. G.; SAVILLE, T.; TAYLOR, C. A. Report of the Committee on Transpiration and Evaporation, 1943–44. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, v. 25, n. 5, p. 683-693, 1944. DOI: 10.1029/TR025i005p00683. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/TR025i005p00683>. Acesso em: 29 fev. 2024.

WILLMOTT, C. J.; ROWE, C. M.; MINTZ, Y. Climatology of the terrestrial seasonal water cycle. **Journal of Climatology**, v. 5, p. 589-606, 1985. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/joc.3370050602>. Acesso em: 29 fev. 2024.

