

Manaus, AM / Outubro, 2024

Boletim agrometeorológico série anual 2019

Estação Agroclimatológica de
Superfície da Embrapa Amazônia
Ocidental, 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 165

Setembro, 2024

Boletim agrometeorológico série anual 2019

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

Isaac Cohen Antonio

***Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2024***

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

Isaac Cohen Antonio

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 2019: Estação Agroclimatológica de Superfície da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29 / Isaac Cohen Antonio. – Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2024.

PDF (51 p.) : il. color. - (Documentos / Embrapa Amazônia Ocidental, e-ISSN 2965-7644 ; 165).

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

CDD (21. ed.) 630.25

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

© 2024 Embrapa

Autor

Isaac Cohen Antonio

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

Agradecemos ao assistente de pesquisa Luiz Mario Oliveira da Silva, por sua dedicação na coleta e digitação dos dados em planilhas eletrônicas e também na manutenção dos instrumentos de medição dos parâmetros climáticos da Estação Agroclimatológica da Embrapa Amazônia Ocidental.

Apresentação

Honrando o compromisso de disponibilizar para a sociedade as informações colhidas em nosso ambiente, ora publicamos o *Boletim Agrometeorológico, Série Anual 2019, Estação Agroclimatológica de Superfície da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29*, com o objetivo de manter atualizada a série histórica de dados meteorológicos, imprescindíveis para a produção rural, gestão ambiental e gestão pública e privada, sobretudo em razão dos efeitos das mudanças climáticas vivenciados na atualidade e cada vez mais extremos.

Os dados foram obtidos pelo registro diário das condições climáticas, efetuado na Estação Agroclimatológica situada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no Km 29 da Rodovia AM-010, nas coordenadas georreferenciadas de latitude -2°53'25"S, longitude -59°58'06"W e altitude de 102 m acima do nível do mar. Desse registro foi permitido concluir que o ano de 2019 foi o quinto mais chuvoso da série histórica de 1971–2019, com janeiro mais chuvoso de todos os janeiros da série, e em novembro choveu apenas 56,23% da média histórica desse mês. A média da temperatura máxima mensal foi superior à média histórica 1971–2019 em todos os meses do ano. A temperatura média do ar oscilou em torno da média histórica, e as médias das mínimas foram mais elevadas que as da série histórica, exceto em outubro. As temperaturas da relva, na superfície do solo, foram menores que às do solo, exceto em setembro. As horas de brilho solar totalizaram 431,6 horas a menos que as da série histórica, equivalendo a 36 dias de nebulosidade, abaixo da média da série histórica nos meses do ano, exceto em março. No balanço hídrico do solo, houve pequeno déficit hídrico atípico em julho e novembro. Agosto foi o mês com maior déficit hídrico no solo, em vez de setembro, como é o esperado pela série histórica. Houve expressivos excedentes hídricos em janeiro, abril e outubro, e neste último foi atípico.

Esta publicação atende aos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 8 – Trabalho Decente e Crescimento

Econômico, 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis e 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima.

Com a publicação desta coletânea de informações meteorológicas, a Embrapa Amazônia Ocidental reafirma seu compromisso de prover dados climáticos às comunidades científicas e civis, com informações técnicas refinadas para atender as políticas públicas e ações que focam nas temáticas ambientais e de produção rural, principalmente as que estão diretamente relacionadas às comunidades rurais amazônicas e que afetam suas vidas.

Everton Rabelo Cordeiro

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Ocidental

Sumário

Introdução	11
Metodologia	12
Resumo anual	15
Precipitação	19
Temperaturas do ar e do solo	22
Umidade relativa do ar	25
Evaporação de Piche	27
Brilho solar	29
Velocidade do vento	31
Balanço hídrico do solo	33
Considerações finais	50
Referências	50

Introdução

A Estação Agroclimatológica Convencional da Embrapa Amazônia Ocidental, onde são registradas diariamente as variáveis climáticas, desde 1971, está localizada no Km 29 da Rodovia AM-010, conhecida como Rodovia Deputado Vital de Mendonça, em Manaus, Amazonas, nas coordenadas georreferenciadas de latitude $-2^{\circ}53'25''$, longitude $-59^{\circ}58'06''$ e altitude de 102 m acima do nível do mar.

Segundo Teixeira et al. (1986), o clima do local é do tipo Af (clima tropical chuvoso), pela classificação climática de Köppen, com temperatura média do mês mais frio igual ou superior a 18°C e precipitação do mês mais seco igual ou superior a 60 mm, sem período seco definido (Alvares et al., 2014), ou equatorial quente e úmido, com 1 a 2 meses secos, com média superior a 18°C em todos os meses do ano (Anuário Estatístico do Brasil, 2000).

O registro dos dados propicia a geração de boletins mensais e anuais, bem como uma série histórica dos dados, os quais são apresentados e avaliados nesta publicação.

Em 2019 foram registrados os parâmetros climáticos: precipitação pluvial, temperatura do ar no abrigo meteorológico e na relva, temperatura do solo nas profundidades de 2, 5, 10, 20 e 30 cm, umidade relativa do ar, brilho solar, velocidade do vento e evaporação de Piche. Foi calculado o balanço hídrico do solo, para capacidade de água disponível (CAD) de 30, 50, 100, 200 e 300 mm. Essas informações são utilizadas de inúmeras formas e para diversos fins pela sociedade civil e pela comunidade científica, tais como justificativa de atraso de obras, trabalhos de conclusão de cursos, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Metodologia

Os registros das variáveis foram efetuados por meio dos seguintes instrumentos: termômetro de máxima de mercúrio (Hg) com bulbo; termômetro de mínima de coluna de álcool com bulbo; termômetro de coluna de mercúrio com bulbo imerso em água destilada para registrar a temperatura de bulbo úmido; termômetro de bulbo com coluna de mercúrio para registrar a temperatura do bulbo seco, ambos com graduação em $0,2^{\circ}\text{C}$, usados para cálculo da umidade relativa; evaporímetro de Piche para medir a evaporação diária; termo-higrógrafo a corda para registro gráfico do horário da temperatura e umidade relativa do ar. Todos esses instrumentos operam dentro de um abrigo de Stevenson, comumente chamado de abrigo meteorológico (Figura 1). Ao ar livre foram utilizados os seguintes instrumentos: anemômetro de

três conchas com altura de 2 m do solo; pluviômetro de Hellmann, com diâmetro de 200 mm; pluviógrafo para registro diário da chuva em gráfico; heliógrafo de Campbell-Stokes; termômetros de coluna de mercúrio e bulbo com escala de $0,2^{\circ}\text{C}$, para medir a temperatura do solo nas profundidades de 0 (relva), 2, 5, 10, 20 e 30 cm. As temperaturas médias diárias foram obtidas pelo cálculo da média compensada, pelo método de Serra (1974), descrito na Equação 1:

Foto: Fernando Goss



Figura 1. Abrigo meteorológico de madeira da estação agroclimatológica convencional. Embrapa Amazônia Ocidental.

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

em que

T_m = temperatura média compensada.

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

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

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

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

Foram calculados os balanços hídricos do solo pelo método de Thornthwaite e Mather (1957) em planilhas do Excel 2019, para CAD de 30, 50, 100, 200 e 300 mm, com as médias mensais das temperaturas do ar e da precipitação do ano de 2019 e da série histórica 1971–2019.

Devido à localização da estação ser próxima da Linha do Equador (latitude: -2°53'25"), adotou-se o dia de referência (Dref) recomendado por Klein (1977) para o cálculo do número de horas de insolação no balanço hídrico (Tabela 1). Também se utilizou a Equação 2, citada por Klein (1977), para o cálculo da declinação do sol (δ).

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

em que

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

Tabela 1. Dia de referência (Dref) e número de dias transcorridos desde o dia 1° de janeiro, do calendário juliano (NDA).

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Dref	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

Fonte: Extraído de Klein (1977).

Para calcular a evapotranspiração potencial (ET_0) foi usada a Equação 3 de Thornthwaite (1948), quando a temperatura média mensal foi igual ou superior a zero e inferior a 26,5 °C. Quando foi igual ou superior a 26,5 °C, usou-se a Equação 6, de Willmott et al. (1985).

$$ET_0 (\text{mm.d}^{-1}) = 16 (10T/I)^a \quad (3)$$

em que I é o índice de calor anual, resultado do somatório dos índices de calor mensais, calculado com a Equação 4, e o coeficiente a é encontrado com a Equação 5.

$$I = \sum_{1-12} \{T_1/5\}^{1,514} \quad (4)$$

em que

T_1 = temperatura média (°C) de cada mês.

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

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

A evapotranspiração potencial (ET_0) foi ajustada, devido à variação do número de dias dos meses e do número de horas no dia entre o início e o final da evapotranspiração; da estação do ano e a latitude, segundo Wilm et al. (1944). Para isso, foram utilizados dois fatores de correção, um para a variação dos dias mensais (Equação 7) e outro para variação do número de horas (Equação 8).

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

em que

Dj = número de dias do mês em questão.

$N_j/12$

(8)

em que

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

Resumo anual

Um resumo dos registros anuais será apresentado a seguir, e, na sequência, os dados serão descritos na forma de tabelas e gráficos, comparando-se os registros com a série histórica 1971–2019. O balanço hídrico do solo, para CAD de 30, 50, 100, 200 e 300 mm, calculado com os dados climáticos do ano de 2019 e com as médias da série histórica 1971–2019, também será apresentado na sequência.

Precipitação pluvial (mm)

Período mais chuvoso (maior soma de valores positivos consecutivos da precipitação menos a evapotranspiração potencial ou de referência, para CAD de 30, 50, 100, 200 e 300 mm).....janeiro a junho

Total anual (mm).....3.202,6

Maior volume de chuva mensal em mm (janeiro)..... 525,4

Menor volume de chuva mensal em mm (agosto).....94,4

Maior precipitação registrada em 24 horas em mm (janeiro).....109,5

Menor precipitação registrada em 24 horas em mm (junho e julho)...0,1

Maior número de dias com chuva (janeiro e fevereiro).....23

Menor número de dias com chuva (agosto).....11

Maior número de dias consecutivos sem chuva (8 a 14/8 e 4 a 10/11)...7

Maior número de dias consecutivos com chuva (31/1 a 15/2).....	16
Total de dias com chuva.....	224

Temperatura do ar (°C)

Média anual	25,9
Média das máximas	32,5
Média das mínimas	22,7
Amplitude da média mensal no abrigo	9,8
Maior máxima absoluta diária no abrigo (setembro)	37,0
Menor mínima absoluta diária no abrigo (julho e outubro)	20,0
Amplitude absoluta anual no abrigo	17,0
Maior máxima absoluta diária na relva (abril)	43,0
Menor mínima absoluta diária na relva (maio)	15,2
Amplitude absoluta anual na relva	27,8

Temperatura média anual do solo (°C)

Relva	27,6
Profundidade 2 cm	28,8
Profundidade 5 cm	29,2
Profundidade 10 cm	28,6
Profundidade 20 cm	28,9
Profundidade 30 cm	29,1

Umidade relativa do ar (%)

Média anual	85,9
Maior média diária registrada (dezembro)	99,4
Menor média diária registrada (agosto)	66,2
Amplitude média diária	33,2
Maior média mensal (maio)	90,3
Menor média mensal (agosto)	79,4
Amplitude média mensal	10,9

Evaporação (mm)

Total anual.....	687,8
Média mensal.....	57,3
Média diária	1,9
Maior evaporação (setembro)	86,2
Menor evaporação (fevereiro)	41,7

Brilho solar (h)

Total anual.....	1.440,5
Média mensal	120,0
Média diária	3,9

Velocidade do vento (m s^{-1})

Média anual.....	0,43
------------------	------

Tabela 2. Temperaturas médias mensais do ar e do solo, umidade relativa do ar, precipitação pluvial, evaporação, brilho solar e velocidade média diária do vento registradas em 2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Temperatura (°C)			Temperatura do solo (°C)						Umidade relativa (%)	Precip. ⁽³⁾ (mm)	Dias com chuva	Evap. ⁽⁴⁾ (mm)	Brilho solar (h)	Veloc. ⁽⁵⁾ do vento (m s ⁻¹)
	Máx. ⁽¹⁾	Mín. ⁽²⁾	Média	Relva	2	5	10	20	30						
Jan.	31,4	22,6	25,4	26,8	28,2	28,4	27,8	28,1	28,4	88,6	525,4	23	51,7	104,3	0,49
Fev.	31,3	22,8	25,3	25,8	28,6	28,8	28,2	28,6	28,7	89,0	316,9	23	41,7	73,3	0,43
Mar.	32,6	23,1	26,2	28,0	29,0	29,3	28,8	29,0	29,2	85,9	326,8	18	65,3	139,3	0,56
Abr.	31,6	23,1	25,7	27,7	28,9	29,6	28,7	28,9	29,1	88,8	454,3	21	47,4	101,3	0,42
Maio	31,3	23,0	25,6	27,2	28,6	29,3	28,6	28,9	29,0	90,3	209,2	21	43,6	86,6	0,33
Jun.	32,0	22,6	25,9	26,6	27,9	28,6	28,0	28,2	28,5	87,6	223,2	22	48,1	130,0	0,35
Jul.	32,8	22,1	25,4	25,8	27,7	28,2	28,0	28,2	28,5	81,2	115,0	18	62,2	174,1	0,41
Ago.	33,9	22,2	26,3	28,3	29,0	29,4	28,8	28,9	29,1	79,4	94,4	11	79,7	176,5	0,40
Set.	35,2	22,5	28,9	31,5	30,5	30,7	29,9	30,0	30,1	79,8	171,6	16	86,2	169,0	0,48
Out.	33,4	22,1	25,8	28,7	29,4	29,4	28,9	29,2	29,4	84,9	301,4	19	59,5	115,3	0,42
Nov.	33,1	23,1	26,4	28,1	29,1	29,4	29,0	29,4	29,6	85,4	109,5	13	58,0	92,4	0,43
Dez.	31,9	22,6	25,5	26,4	28,5	28,8	28,5	28,9	29,2	89,9	354,9	19	44,4	78,4	0,40
Média	32,5	22,7	25,9	27,6	28,8	29,2	28,6	28,9	29,1	85,9	266,9	-	57,3	120,0	0,43
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.202,6	224	687,8	1.440,5	-

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

Precipitação

Em 2019, a precipitação pluvial foi de 3.202,6 mm, com chuvas de 549,8 mm (20,71%) acima da média da série histórica de 1971–2019 e 671,2 mm a mais que em 2018. Houve um total anual de 224 dias com chuva, 5 dias a mais que a média da série histórica 1971–2019 e 18 dias a mais que 2018. Janeiro foi o mês mais chuvoso do ano de 2019 e de todos os janeiros da série histórica 1971–2019, com 525,4 mm de precipitação, ou seja, 86,71% acima da média histórica para esse mês (Figura 3). Janeiro e fevereiro foram os meses com mais dias de chuva (23 dias). Agosto foi o mês menos chuvoso (94,4 mm) e com menor número de dias de chuva (11 dias). O menor total diário de precipitação foi de 0,1 mm, nos meses de junho e julho, e o maior total diário foi de 109,5 mm em 10 de janeiro. Março, maio, julho, agosto e novembro apresentaram precipitação abaixo da média da série histórica 1971–2019, sendo que em novembro choveu 56,23% da média histórica de 1971–2019 (Tabela 3 e Figura 2). Janeiro a junho foi o período chuvoso, considerando a maior soma de valores positivos consecutivos da precipitação menos a evapotranspiração potencial ou de referência, no balanço hídrico do solo, para todas as CADs estudadas.

Tabela 3. Precipitação mensal, dias de chuva de 2019 e da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Precipitação (mm)		Desvio (mm)	Dias com chuva	
	1971–2019	2019		1971–2019	2019
Janeiro	281,4	525,4	244,0	21,9	23
Fevereiro	308	316,9	8,9	21,0	23
Março	331,9	326,8	-5,1	23,7	18
Abril	334,1	454,3	120,2	23,1	21
Maio	276,2	209,2	-67,0	22,8	21
Junho	175,2	223,2	48,0	18,7	22
Julho	123	115,0	-8,0	15,7	18
Agosto	108,7	94,4	-14,3	13,2	11
Setembro	113,6	171,6	58,0	12,9	16
Outubro	159,2	301,4	142,2	14,0	19
Novembro	194,7	109,5	-85,2	14,1	13
Dezembro	246,8	354,9	108,1	18,1	19
Total	2.652,8	3.202,6	549,8	219,2	224
Média mês	221,1	266,9	45,8	18,3	18,7

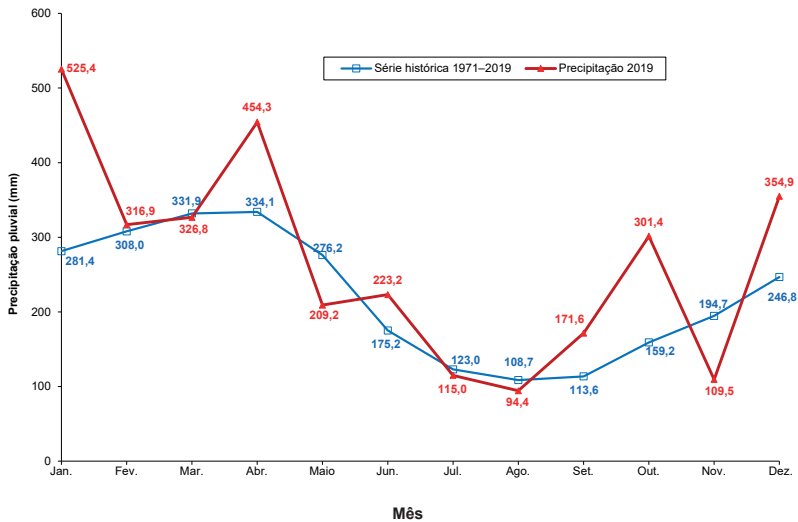


Figura 2. Total mensal da precipitação de 2019, comparado à série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

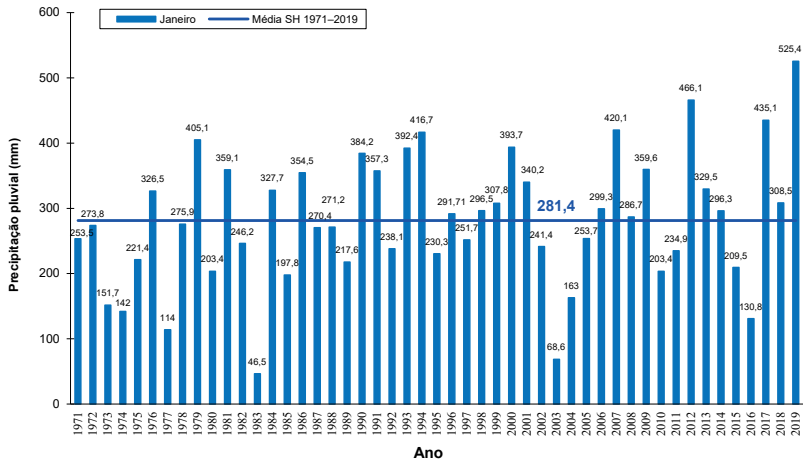


Figura 3. Total mensal da precipitação em janeiro, na série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Temperaturas do ar e do solo

A média mensal da temperatura do ar, calculada pelo método das médias compensadas (Serra, 1974), atingiu 25,9 °C, 0,3 °C acima da média de 2018 e 0,2 °C abaixo da média da série histórica 1971–2019, superando as médias históricas apenas em março, junho e setembro. A média da temperatura máxima mensal foi de 32,5 °C, sendo 1 °C acima da média da temperatura máxima de 2018 e 0,8 °C acima da média histórica 1971–2019, superiores, em todos os meses, às da série histórica. A média anual da temperatura mínima foi 22,7 °C, 0,3 °C acima da média de 2018 e da série histórica 1971–2019, inferior às da série histórica somente em outubro e dezembro (Tabela 4 e Figura 4). As médias mensais da temperatura da relva, na superfície do solo, foram inferiores às do solo, exceto em setembro, chegando a ficar 3 °C abaixo da temperatura média, a 5 cm de profundidade no mês de fevereiro, e -2,7 °C comparada com a temperatura a 30 cm de profundidade em julho (Tabela 5 e Figura 5).

Tabela 4. Médias das temperaturas máxima e mínima do ar e média mensal (°C) em 2019, comparadas às da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Temperatura máxima		Temperatura mínima		Temperatura média	
	1971–2019	2019	1971–2019	2019	1971–2019	2019
Jan.	30,8	31,4	22,6	22,6	25,6	25,4
Fev.	30,6	31,3	22,6	22,8	25,6	25,3
Mar.	30,9	32,6	22,6	23,1	25,7	26,2
Abr.	31,0	31,6	22,7	23,1	25,8	25,7
Mai	31,1	31,3	22,6	23,0	25,9	25,6
Jun.	31,2	32,0	22,0	22,6	25,8	25,9

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Mês	Temperatura máxima		Temperatura mínima		Temperatura média	
	1971-2019	2019	1971-2019	2019	1971-2019	2019
Jul.	31,6	32,8	21,7	22,1	25,7	25,4
Ago.	32,9	33,9	21,7	22,2	26,3	26,3
Set.	33,4	35,2	22,2	22,5	26,8	26,9
Out.	33,1	33,4	22,6	22,1	26,9	25,8
Nov.	32,6	33,1	22,8	23,1	26,7	26,4
Dez.	31,5	31,9	22,6	22,6	26,1	25,5
Total	31,7	32,5	22,4	22,7	26,1	25,9

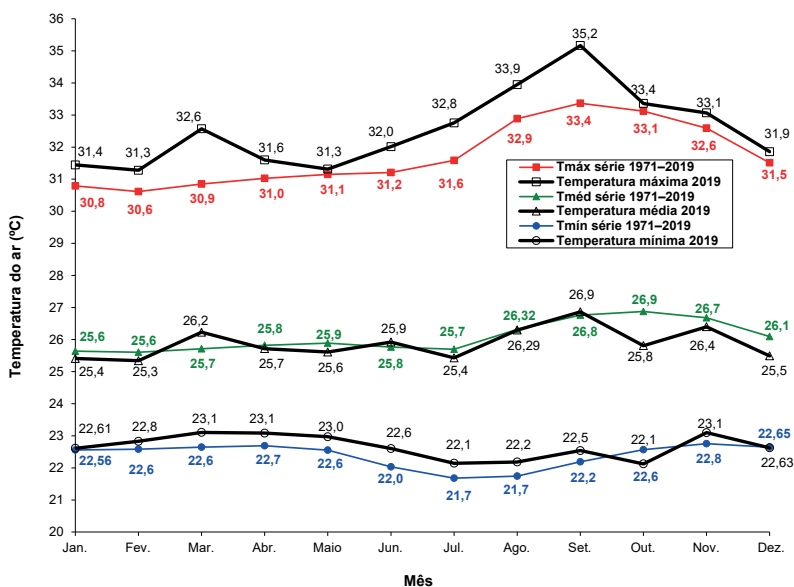


Figura 4. Temperaturas máxima, mínima e média de 2019 com respectiva série histórica (1971-2019). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Tabela 5. Médias mensais das temperaturas do solo (°C), em 2019, na superfície (relva) e nas profundidades de 2, 5, 10, 20 e 30 cm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Profundidade (cm)					
	Relva	2	5	10	20	30
Janeiro	26,8	28,2	28,4	27,8	28,1	28,4
Fevereiro	25,8	28,6	28,8	28,2	28,6	28,7
Março	28,0	29,0	29,3	28,8	29,0	29,2
Abril	27,7	28,9	29,6	28,7	28,9	29,1
Maio	27,2	28,6	29,3	28,6	28,9	29,0
Junho	26,6	27,9	28,6	28,0	28,2	28,5
Julho	25,8	27,7	28,2	28,0	28,2	28,5
Agosto	28,3	29,0	29,4	28,8	28,9	29,1
Setembro	31,5	30,5	30,7	29,9	30,0	30,1
Outubro	28,7	29,4	29,4	28,9	29,2	29,4
Novembro	28,1	29,1	29,4	29,0	29,4	29,6
Dezembro	26,4	28,5	28,8	28,5	28,9	29,2
Média	27,6	28,8	29,2	28,6	28,9	29,1

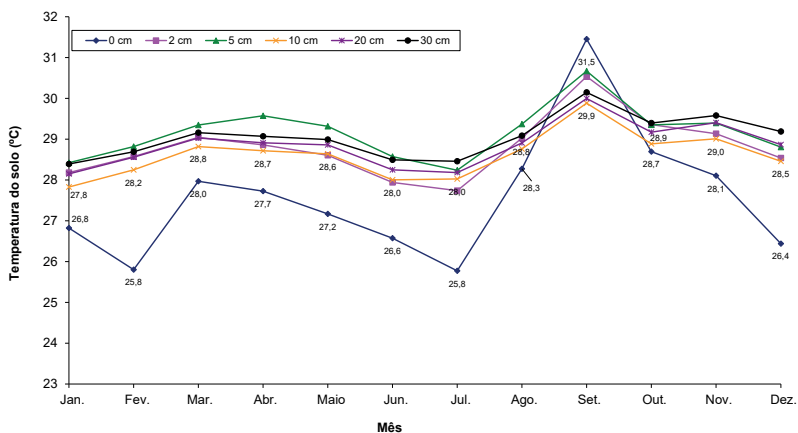


Figura 5. Temperatura do solo de 2019, nas profundidades de 0 (relva), 2, 5, 10, 20 e 30 cm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Umidade relativa do ar

Em 2019, a média mensal da umidade relativa do ar foi 85,9%, ou seja, 2,9% superior à média anual de 2018 e 0,2% inferior à média anual da série histórica 1971–2019, ficando abaixo da média histórica nos períodos de março-abril e julho-setembro. Maio foi o mês mais úmido, com média mensal de 90,3%; e agosto o menos úmido, com média de 79,4% (Tabela 6). A média mensal da umidade relativa do ar em 2019 superou a média da série histórica somente em dezembro (Tabela 6 e Figura 6). A maior média diária foi em dezembro (99,4%) e a menor foi em agosto (66,2%).

Tabela 6. Umidade relativa do ar, médias mensais de 2019 e da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Umidade relativa do ar (%)	
	1971–2019	2019
Janeiro	87,8	88,6
Fevereiro	88,7	89,0
Março	88,6	85,9
Abril	89,0	88,8
Maiο	88,9	90,3
Junho	86,7	87,6
Julho	84,6	81,2
Agosto	82,6	79,4
Setembro	82,2	79,8
Outubro	82,9	84,9
Novembro	84,3	85,4
Dezembro	87,1	89,9
Média	86,1	85,9

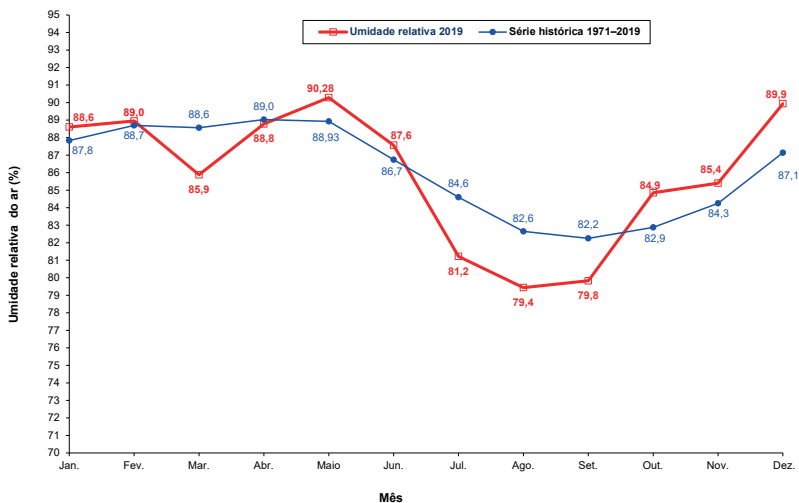


Figura 6. Umidade relativa do ar de 2019 e da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Evaporação de Piche

Em 2019, ocorreu o total anual de 687,8 mm de evaporação, medida com o evaporímetro de Piche, sendo -122,4 mm inferior à série histórica 1976–2019. A média mensal foi 57,3 mm, inferior 10,2 mm à da série histórica, e a média diária foi 1,9 mm (Tabela 7 e Figura 7). O total mensal foi superior ao da série histórica apenas em março.

Tabela 7. Evaporação de 2019, medida com evaporímetro de Piche, e da série histórica 1976–2019 (mm). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Mensal		Diária
	1976–2019	2019	2019
Janeiro	57,9	51,7	1,7
Fevereiro	51,2	41,7	1,5
Março	54,3	65,3	2,1
Abril	48,8	47,4	1,6
Maio	52,8	43,6	1,4
Junho	62,0	48,1	1,6
Julho	75,5	62,2	2,0
Agosto	87,6	79,7	2,6
Setembro	92,0	86,2	2,9
Outubro	89,0	59,5	1,9
Novembro	74,7	58,0	1,9
Dezembro	64,5	44,4	1,4
Total	810,2	687,8	–
Média	67,5	57,3	1,9

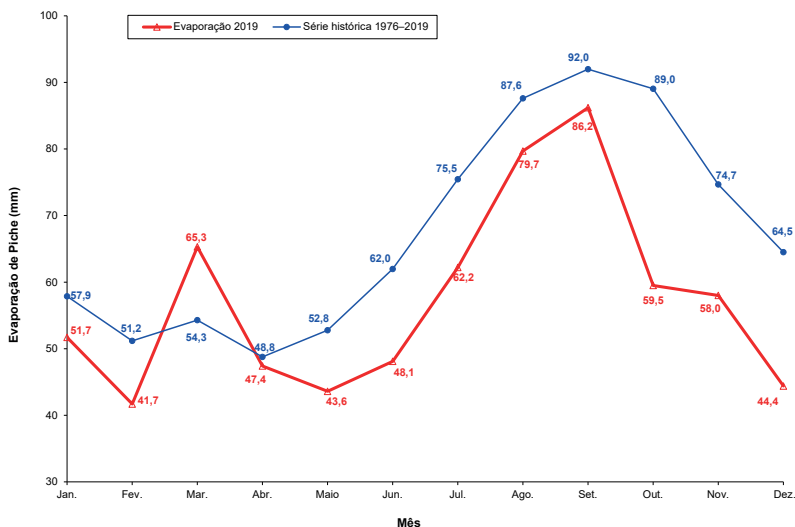


Figura 7. Evaporação de 2019, medida com evaporímetro de Piche, e da série histórica 1976–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Brilho solar

Em 2019, ocorreu um total anual de horas de brilho solar, registrado no heliógrafo de Campbell-Stokes, de 1.440,5 horas, ou seja, menos 143,2 horas que em 2018 e 431,6 horas a menos que o total anual das médias da série histórica 1972–2019, equivalendo a 36 dias de nebulosidade durante o ano, considerando 12 horas de brilho solar por dia. A média mensal foi de 120 horas, sendo 12 horas a menos que a média de 2018 e 36 horas inferiores às da série histórica 1972–2019. A média diária foi 3,9 horas, ou seja, 0,4 hora inferior à de 2018 e 1,2 hora inferior à da série histórica 1972–2019. Durante os meses do ano, o total mensal de horas de brilho solar ultrapassou o da média da série histórica apenas em março (Tabela 8 e Figura 8).

Tabela 8. Horas de brilho solar diárias e mensais de 2019 e da série histórica 1972–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Brilho solar mensal (h mês ⁻¹)		Brilho solar diário (h dia ⁻¹)	
	1972–2019	2019	1972–2019	2019
Janeiro	122,6	104,3	4,0	3,4
Fevereiro	102,9	73,3	3,6	2,6
Março	112,2	139,3	3,6	4,5
Abril	114,1	101,3	3,8	3,4
Maio	141,4	86,6	4,5	2,8
Junho	171,9	130,0	5,7	4,3
Julho	203,9	174,1	6,6	5,6
Agosto	224,1	176,5	7,2	5,7
Setembro	200,0	169,0	6,7	5,6
Outubro	188,6	115,3	6,1	3,7
Novembro	160,2	92,4	5,3	3,1
Dezembro	130,2	78,4	4,2	2,5
Total	1.872,1	1.440,5	–	–
Média	156,0	120,0	5,1	3,9

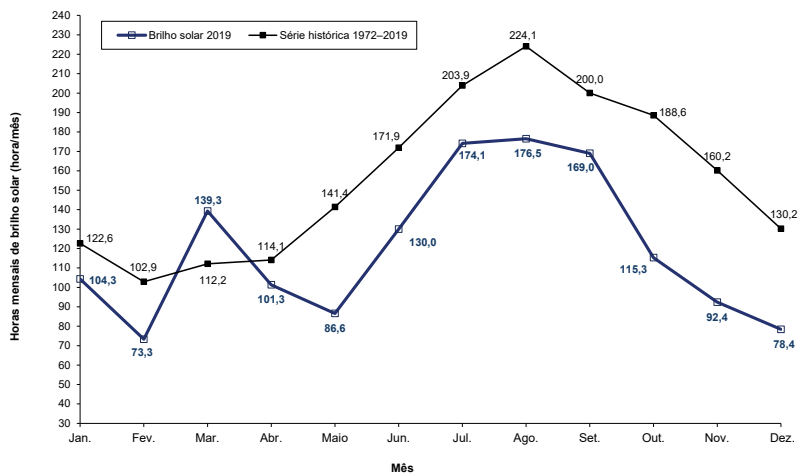


Figura 8. Horas do brilho solar de 2019, comparadas às da série histórica 1972–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Velocidade do vento

A média anual da velocidade do vento foi $0,43 \text{ m s}^{-1}$, ficando $0,19 \text{ m s}^{-1}$ abaixo da média histórica de 1971–2019. Em todos os meses do ano foi inferior à média da série histórica (Tabela 9 e Figura 9). Em março ocorreram os ventos mais fortes, com média mensal de $0,56 \text{ m s}^{-1}$.

Tabela 9. Médias mensais de velocidade do vento de 2019 e da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	Velocidade do vento (m s^{-1})	
	1971–2019	2019
Janeiro	0,65	0,49
Fevereiro	0,68	0,43
Março	0,67	0,56
Abril	0,59	0,42
Maiο	0,54	0,33
Junho	0,56	0,35
Julho	0,59	0,41
Agosto	0,62	0,40
Setembro	0,64	0,48
Outubro	0,64	0,42
Novembro	0,62	0,43
Dezembro	0,59	0,40
Média	0,62	0,43

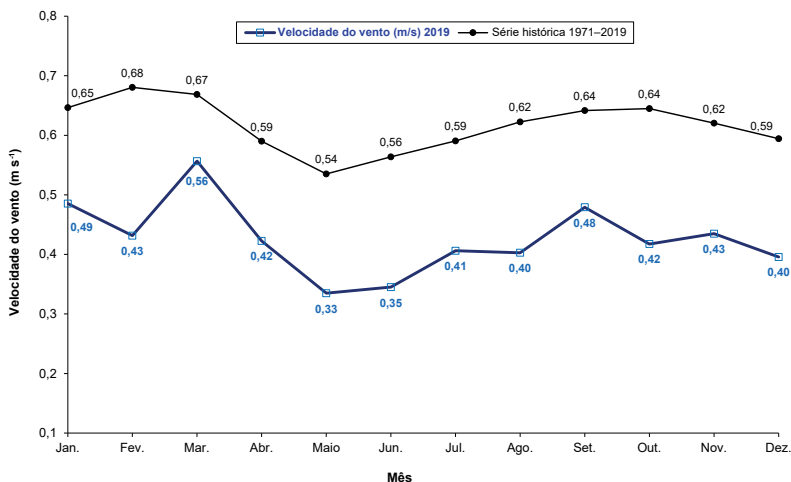


Figura 9. Velocidade do vento de 2019 e da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Balanço hídrico do solo

Em 2019, no balanço hídrico do solo, houve expressivo excedente hídrico em janeiro, abril, outubro e dezembro, superior à média histórica do balanço hídrico do solo pelo método de Thornthwaite e Mather (1957). Em janeiro, o balanço hídrico do solo foi 404,24 mm, 257,6% superior à média histórica de 1971–2019 (156,93 mm); em abril, 334,14 mm, ou seja, 157,13% superior ao da série histórica, que é 212,66 mm, sendo que, em outubro, houve excedente de 166,03 mm, enquanto que historicamente ocorre 0 mm de excedente hídrico no solo. Houve um pequeno deficit hídrico atípico em julho e novembro, sendo agosto o mês com maior deficit hídrico no solo, e não setembro, como esperado pelos dados da série histórica, para todas as CADs estudadas. Em setembro houve um pequeno excedente hídrico para CADs de 30 e 50 mm, ao contrário do balanço

hídrico com os dados da série histórica que indicam deficit hídrico nesse mês. Houve um deslocamento do deficit hídrico do mês de setembro para novembro (Tabelas 10 a 19 e Figuras 10 a 19).

Tabela 10. Balanço hídrico do solo de 2019, pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm, medido na estação agrometeorológica localizada na sede da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀	Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	(mm)			Def. ⁽⁹⁾
							Alt. ⁽⁶⁾	ETr ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	
Janeiro	25,4	121,16	525,4	404,24	0,00	30,00	0,00	121,16	404,24	0,00
Fevereiro	25,3	107,89	316,9	209,01	0,00	30,00	0,00	107,89	209,01	0,00
Março	26,2	133,99	326,8	192,81	0,00	30,00	0,00	133,99	192,81	0,00
Abril	25,7	120,16	454,3	334,14	0,00	30,00	0,00	120,16	334,14	0,00
Mai	25,6	121,72	209,2	87,48	0,00	30,00	0,00	121,72	87,48	0,00
Junho	25,9	122,54	223,2	100,66	0,00	30,00	0,00	122,54	100,66	0,00
Julho	25,4	118,51	115	-3,51	-3,51	26,69	-3,31	118,31	0,00	0,20
Agosto	26,3	133,93	94,4	-39,53	-43,04	7,15	-19,54	113,94	0,00	19,99
Setembro	26,9	139,76	171,6	31,84	0,00	30,00	22,85	139,76	8,98	0,00
Outubro	25,8	127,11	301,4	174,29	0,00	30,00	0,00	127,11	174,29	0,00
Novembro	26,4	133,89	109,5	-24,39	-24,39	13,30	-16,70	126,20	0,00	7,70
Dezembro	25,5	122,70	354,9	232,20	0,00	30,00	16,70	122,70	215,51	0,00
Ano	25,9	1.503,36	3.202,6	1.699,24	-	-	-	1.475,48	1.727,12	27,88

(¹) T – Temperatura; (²) ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; (³) P – Precipitação; (⁴) Neg. – Negativo acumulado; (⁵) Arm. – Armazenamento; (⁶) Alt. – Alteração; (⁷) ETr – Evapotranspiração real; (⁸) Exc. – Excedente hídrico; (⁹) Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 11. Balanço hídrico do solo de 2019, pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 50 mm, medido na estação agroclimatológica localizada na sede da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀	Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾	ET _{Tr} ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
Janeiro	25,4	121,16	525,4	404,2	0,00	50,00	0,00	121,16	404,24	0,00
Fevereiro	25,3	107,89	316,9	209,0	0,00	50,00	0,00	107,89	209,01	0,00
Março	26,2	133,99	326,8	192,8	0,00	50,00	0,00	133,99	192,81	0,00
Abril	25,7	120,16	454,3	334,1	0,00	50,00	0,00	120,16	334,14	0,00
Maiο	25,6	121,72	209,2	87,5	0,00	50,00	0,00	121,72	87,48	0,00
Junho	25,9	122,54	223,2	100,7	0,00	50,00	0,00	122,54	100,66	0,00
Julho	25,4	118,51	115	-3,5	-3,51	46,61	-3,39	118,39	0,00	0,120
Agosto	26,3	133,93	94,4	-39,5	-43,04	21,14	-25,47	119,87	0,00	14,06
Setembro	26,9	139,76	171,6	31,8	0,00	50,00	28,86	139,76	2,98	0,000
Outubro	25,8	127,11	301,4	174,3	0,00	50,00	0,00	127,11	174,29	0,000
Novembro	26,4	133,89	109,5	-24,4	-24,39	30,70	-19,30	128,80	0,00	5,09
Dezembro	25,5	122,70	354,9	232,2	0,00	50,00	19,30	122,70	212,90	0,00
Ano	25,9	1.503,36	3.202,6	1.699,24	-	-	-	1.484,09	1.718,51	19,27

(¹) T – Temperatura; (²) ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; (³) P – Precipitação; (⁴) Neg. – Negativo acumulado; (⁵) Arm. – Armazenamento; (⁶) Alt. – Alteração; (⁷) ET_{Tr} – Evapotranspiração real; (⁸) Exc. – Excedente hídrico; (⁹) Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 12. Balanço hídrico do solo de 2019, pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, medido na estação agrometeorológica localizada na sede da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀	Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾	ETr ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
Janeiro	25,4	121,16	525,4	404,2	0,00	100,00	0,00	121,16	404,24	0,00
Fevereiro	25,3	107,89	316,9	209,0	0,00	100,00	0,00	107,89	209,01	0,00
Março	26,2	133,99	326,8	192,8	0,00	100,00	0,00	133,99	192,81	0,00
Abril	25,7	120,16	454,3	334,1	0,00	100,00	0,00	120,16	334,14	0,00
Maior	25,6	121,72	209,2	87,5	0,00	100,00	0,00	121,72	87,48	0,00
Junho	25,9	122,54	223,2	100,66	0,00	100,00	0,00	122,54	100,66	0,00
Julho	25,4	118,51	115	-3,51	-3,51	96,56	-3,44	118,44	0,00	0,06
Agosto	26,3	133,93	94,4	-39,53	-43,04	65,03	-31,53	125,93	0,00	8,00
Setembro	26,9	139,76	171,6	31,84	0,00	96,86	31,84	139,76	0,00	0,00
Outubro	25,8	127,11	301,4	174,29	0,00	100,00	3,14	127,11	171,15	0,00
Novembro	26,4	133,89	109,5	-24,39	-24,39	78,35	-21,65	131,15	0,00	2,75
Dezembro	25,5	122,70	354,9	232,20	0,00	100,00	21,65	122,70	210,56	0,00
Ano	25,9	1.503,36	3.202,6	1.699,24	-	-	-	1.492,55	1.710,05	10,81

(¹) T – Temperatura; (²) ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; (³) P – Precipitação; (⁴) Neg. – Negativo acumulado; (⁵) Arm. – Armazenamento; (⁶) Alt. – Alteração; (⁷) ETr – Evapotranspiração real; (⁸) Exc. – Excedente hídrico; (⁹) Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 13. Balanço hídrico do solo de 2019, pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 200 mm, medido na estação agrometeorológica localizada na sede da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀	Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾	ETr ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
Janeiro	25,4	121,16	525,4	404,2	0,00	200,00	0,00	121,16	404,24	0,00
Fevereiro	25,3	107,89	316,9	209,0	0,00	200,00	0,00	107,89	209,01	0,00
Março	26,2	133,99	326,8	192,8	0,00	200,00	0,00	133,99	192,81	0,00
Abril	25,7	120,16	454,3	334,1	0,00	200,00	0,00	120,16	334,14	0,00
Maiο	25,6	121,72	209,2	87,5	0,00	200,00	0,00	121,72	87,48	0,00
Junho	25,9	122,54	223,2	100,7	0,00	200,00	0,00	122,54	100,66	0,00
Julho	25,4	118,51	115	-3,51	-3,51	196,52	-3,48	118,48	0,00	0,03
Agosto	26,3	133,93	94,4	-39,53	-43,04	161,28	-35,25	129,65	0,00	4,28
Setembro	26,9	139,76	171,6	31,84	0,00	193,12	31,84	139,76	0,00	0,00
Outubro	25,8	127,11	301,4	174,29	0,00	200,00	6,88	127,11	167,40	0,00
Novembro	26,4	133,89	109,5	-24,39	-24,39	177,04	-22,96	132,46	0,00	1,43
Dezembro	25,5	122,70	354,9	232,20	0,00	200,00	22,96	122,70	209,24	0,00
Ano	25,9	1.503,36	3.202,6	1.699,24	-	-	-	1.497,62	1.704,98	5,74

(¹) T – Temperatura; (²) ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; (³) P – Precipitação; (⁴) Neg. – Negativo acumulado; (⁵) Arm. – Armazenamento; (⁶) Alt. – Alteração; (⁷) ETr – Evapotranspiração real; (⁸) Exc. – Excedente hídrico; (⁹) Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 14. Balanço hídrico do solo de 2019, pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 300 mm, medido na estação agrometeorológica localizada na sede da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀	(mm)			ET _{Tr} ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
					Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾			
Janeiro	25,4	121,16	525,4	404,24	0,00	300,00	0,00	121,16	404,24	0,00
Fevereiro	25,3	107,89	316,9	209,01	0,00	300,00	0,00	107,89	209,01	0,00
Março	26,2	133,99	326,8	192,81	0,00	300,00	0,00	133,99	192,81	0,00
Abril	25,7	120,16	454,3	334,14	0,00	300,00	0,00	120,16	334,14	0,00
Mai	25,6	121,72	209,2	87,48	0,00	300,00	0,00	121,72	87,48	0,00
Junho	25,9	122,54	223,2	100,66	0,00	300,00	0,00	122,54	100,66	0,00
Julho	25,4	118,51	115	-3,51	-3,51	296,51	-3,49	118,49	0,00	0,02
Agosto	26,3	133,93	94,4	-39,53	-43,04	259,91	-36,61	131,01	0,00	2,92
Setembro	26,9	139,76	171,6	31,84	0,00	291,74	31,84	139,76	0,00	0,00
Outubro	25,8	127,11	301,4	174,29	0,00	300,00	8,26	127,11	166,03	0,00
Novembro	26,4	133,89	109,5	-24,39	-24,39	276,57	-23,43	132,93	0,00	0,97
Dezembro	25,5	122,70	354,9	232,20	0,00	300,00	23,43	122,70	208,78	0,00
Ano	25,9	1.503,36	3.202,6	1.699,24	-	-	-	1499,45	1.703,15	3,91

⁽¹⁾ T – Temperatura; ⁽²⁾ ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; ⁽³⁾ P – Precipitação; ⁽⁴⁾ Neg. – Negativo acumulado; ⁽⁵⁾ Arm. – Armazenamento; ⁽⁶⁾ Alt. – Alteração; ⁽⁷⁾ ET_{Tr} – Evapotranspiração real; ⁽⁸⁾ Exc. – Excedente hídrico; ⁽⁹⁾ Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 15. Balanço hídrico do solo pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm, calculado com a média histórica de 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾ (mm)					P - ET ₀	P ⁽³⁾	Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾	ETr ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
		ET ₀	ET ₀	ET ₀	ET ₀	ET ₀								
Janeiro	25,6	124,52	281,45	156,93	0,00	30,00	0,00	124,52	156,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	25,6	111,37	308,01	196,64	0,00	30,00	0,00	111,37	196,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	25,7	124,45	331,94	207,49	0,00	30,00	0,00	124,45	207,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	25,8	121,41	334,07	212,66	0,00	30,00	0,00	121,41	212,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maior	25,9	125,93	276,21	150,28	0,00	30,00	0,00	125,93	150,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	25,8	119,47	175,24	55,77	0,00	30,00	0,00	119,47	55,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	25,7	122,47	123,01	0,54	0,00	30,00	0,00	122,47	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	26,3	133,96	108,73	-25,23	-25,23	12,94	-17,06	125,79	0,00	8,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	26,8	138,82	113,62	-25,20	-50,44	5,58	-7,35	120,97	0,00	17,85	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	26,9	145,48	159,21	13,72	0,00	19,31	13,72	145,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	26,7	139,75	194,74	54,99	0,00	30,00	10,69	139,75	44,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	26,1	132,82	246,78	113,96	0,00	30,00	0,00	132,82	113,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ano	26,1	1.540,45	2.653,01	1.112,55	-	-	-	1.514,43	1.138,57	26,02	0,00	0,00	0,00	0,00

(¹) T – Temperatura; (²) ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; (³) P – Precipitação; (⁴) Neg. – Negativo acumulado; (⁵) Arm. – Armazenamento;

(⁶) Alt. – Alteração; (⁷) ETr – Evapotranspiração real; (⁸) Exc. – Excedente hídrico; (⁹) Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 16. Balanço hídrico do solo pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 50 mm, calculado com a média histórica de 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾ (mm)										P - ET ₀	P ⁽³⁾	Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾	ETr ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
Janeiro	25,6	124,52	281,45	156,93	0,00	50,00	0,00	124,52	156,93	0,00									
Fevereiro	25,6	111,37	308,01	196,64	0,00	50,00	0,00	111,37	196,64	0,00									
Março	25,7	124,45	331,94	207,49	0,00	50,00	0,00	124,45	207,49	0,00									
Abril	25,8	121,41	334,07	212,66	0,00	50,00	0,00	121,41	212,66	0,00									
Maior	25,9	125,93	276,21	150,28	0,00	50,00	0,00	125,93	150,28	0,00									
Junho	25,8	119,47	175,24	55,77	0,00	50,00	0,00	119,47	55,77	0,00									
Julho	25,7	122,47	123,01	0,54	0,00	50,00	0,00	122,47	0,54	0,00									
Agosto	26,3	133,96	108,73	-25,23	-25,23	30,19	-19,81	128,54	0,00	5,42									
Setembro	26,8	138,82	113,62	-25,20	-50,44	18,23	-11,95	125,57	0,00	13,25									
Outubro	26,9	145,48	159,21	13,72	0,00	31,96	13,72	145,48	0,00	0,00									
Novembro	26,7	139,75	194,74	54,99	0,00	50,00	18,04	139,75	36,95	0,00									
Dezembro	26,1	132,82	246,78	113,96	0,00	50,00	0,00	132,82	113,96	0,00									
Ano	26,1	1.540,45	2.653,01	1.112,55	-	-	-	1.521,78	1.131,22	18,67									

(¹) T – Temperatura; (²) ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; (³) P – Precipitação; (⁴) Neg. – Negativo acumulado; (⁵) Arm. – Armazenamento; (⁶) Alt. – Alteração; (⁷) ETr – Evapotranspiração real; (⁸) Exc. – Excedente hídrico; (⁹) Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 17. Balanço hídrico do solo pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, calculado com a média histórica de 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾ (mm)					P - ET ₀	P ⁽³⁾	Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾	ET _{Tr} ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
		ET ₀	P	Neg.	Arm.	Alt.								
Janeiro	25,6	124,52	281,45	156,93	0,00	100,00	0,00	124,52	156,93	0,00				
Fevereiro	25,6	111,37	308,01	196,64	0,00	100,00	0,00	111,37	196,64	0,00				
Março	25,7	124,45	331,94	207,49	0,00	100,00	0,00	124,45	207,49	0,00				
Abril	25,8	121,41	334,07	212,66	0,00	100,00	0,00	121,41	212,66	0,00				
Maiο	25,9	125,93	276,21	150,28	0,00	100,00	0,00	125,93	150,28	0,00				
Junho	25,8	119,47	175,24	55,77	0,00	100,00	0,00	119,47	55,77	0,00				
Julho	25,7	122,47	123,01	0,54	0,00	100,00	0,00	122,47	0,54	0,00				
Agosto	26,3	133,96	108,73	-25,23	77,70	-22,30	131,03	0,00	2,93					
Setembro	26,8	138,82	113,62	-25,20	60,39	-17,31	130,93	0,00	7,89					
Outubro	26,9	145,48	159,21	13,72	74,11	13,72	145,48	0,00	0,00					
Novembro	26,7	139,75	194,74	54,99	100,00	25,89	139,75	29,10	0,00					
Dezembro	26,1	132,82	246,78	113,96	100,00	0,00	132,82	113,96	0,00					
Ano	26,1	1.540,45	2.653,01	1.112,55	-	-	1.529,63	1.123,37	10,82					

⁽¹⁾ T – Temperatura; ⁽²⁾ ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; ⁽³⁾ P – Precipitação; ⁽⁴⁾ Neg. – Negativo acumulado; ⁽⁵⁾ Arm. – Armazenamento; ⁽⁶⁾ Alt. – Alteração; ⁽⁷⁾ ET_{Tr} – Evapotranspiração real; ⁽⁸⁾ Exc. – Excedente hídrico; ⁽⁹⁾ Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 18. Balanço hídrico do solo pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 200 mm, calculado com a média histórica de 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾	P ⁽³⁾	P - ET ₀	(mm)			ET _r ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
					Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾			
Janeiro	25,6	124,52	281,45	156,93	0,00	200,00	0,00	124,52	156,93	0,00
Fevereiro	25,6	111,37	308,01	196,64	0,00	200,00	0,00	111,37	196,64	0,00
Março	25,7	124,45	331,94	207,49	0,00	200,00	0,00	124,45	207,49	0,00
Abril	25,8	121,41	334,07	212,66	0,00	200,00	0,00	121,41	212,66	0,00
Mai	25,9	125,93	276,21	150,28	0,00	200,00	0,00	125,93	150,28	0,00
Junho	25,8	119,47	175,24	55,77	0,00	200,00	0,00	119,47	55,77	0,00
Julho	25,7	122,47	123,01	0,54	0,00	200,00	0,00	122,47	0,54	0,00
Agosto	26,3	133,96	108,73	-25,23	-25,23	176,29	-23,71	132,43	0,00	1,53
Setembro	26,8	138,82	113,62	-25,20	-50,44	155,42	-20,87	134,49	0,00	4,33
Outubro	26,9	145,48	159,21	13,72	0,00	169,14	13,72	145,48	0,00	0,00
Novembro	26,7	139,75	194,74	54,99	0,00	200,00	30,86	139,75	24,13	0,00
Dezembro	26,1	132,82	246,78	113,96	0,00	200,00	0,00	132,82	113,96	0,00
Ano	26,1	1.540,45	2.653,01	1.112,55	-	-	-	1.534,59	1.118,40	5,86

⁽¹⁾ T – Temperatura; ⁽²⁾ ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; ⁽³⁾ P – Precipitação; ⁽⁴⁾ Neg. – Negativo acumulado; ⁽⁵⁾ Arm. – Armazenamento; ⁽⁶⁾ Alt. – Alteração; ⁽⁷⁾ ET_r – Evapotranspiração real; ⁽⁸⁾ Exc. – Excedente hídrico; ⁽⁹⁾ Def. – Deficiência hídrica.

Tabela 19. Balanço hídrico do solo pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para capacidade de água disponível (CAD) de 300 mm, calculado com a média histórica de 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Mês	T ⁽¹⁾ (°C)	ET ₀ ⁽²⁾ (mm)					P - ET ₀	P ⁽³⁾	Neg. ⁽⁴⁾	Arm. ⁽⁵⁾	Alt. ⁽⁶⁾	ET _{Tr} ⁽⁷⁾	Exc. ⁽⁸⁾	Def. ⁽⁹⁾
		ET ₀	P	Neg.	Arm.	Alt.								
Janeiro	25,6	124,52	281,45	0,00	300,00	0,00	156,93					124,52	156,93	0,00
Fevereiro	25,6	111,37	308,01	0,00	300,00	0,00	196,64					111,37	196,64	0,00
Março	25,7	124,45	331,94	0,00	300,00	0,00	207,49					124,45	207,49	0,00
Abril	25,8	121,41	334,07	0,00	300,00	0,00	212,66					121,41	212,66	0,00
Maiο	25,9	125,93	276,21	0,00	300,00	0,00	150,28					125,93	150,28	0,00
Junho	25,8	119,47	175,24	0,00	300,00	0,00	55,77					119,47	55,77	0,00
Julho	25,7	122,47	123,01	0,00	300,00	0,00	0,54					122,47	0,54	0,00
Agosto	26,3	133,96	108,73	-25,23	275,80	-24,20	-25,23					132,93	0,00	1,03
Setembro	26,8	138,82	113,62	-25,20	253,58	-22,22	-25,20					135,84	0,00	2,98
Outubro	26,9	145,48	159,21	0,00	267,30	13,72	13,72					145,48	0,00	0,00
Novembro	26,7	139,75	194,74	0,00	300,00	32,70	54,99					139,75	22,29	0,00
Dezembro	26,1	132,82	246,78	0,00	300,00	0,00	113,96					132,82	113,96	0,00
Ano	26,1	1.540,45	2.653,01	-	-	-	1.112,55					1.536,44	1.116,56	4,01

⁽¹⁾ T – Temperatura; ⁽²⁾ ET₀ – Evapotranspiração potencial corrigida; ⁽³⁾ P – Precipitação; ⁽⁴⁾ Neg. – Negativo acumulado; ⁽⁵⁾ Arm. – Armazenamento; ⁽⁶⁾ Alt. – Alteração; ⁽⁷⁾ ET_{Tr} – Evapotranspiração real; ⁽⁸⁾ Exc. – Excedente hídrico; ⁽⁹⁾ Def. – Deficiência hídrica.

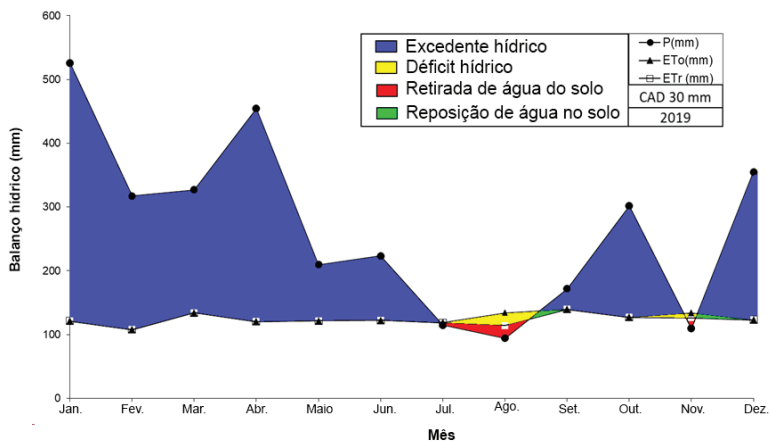


Figura 10. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) de 2019, para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm, registrado na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

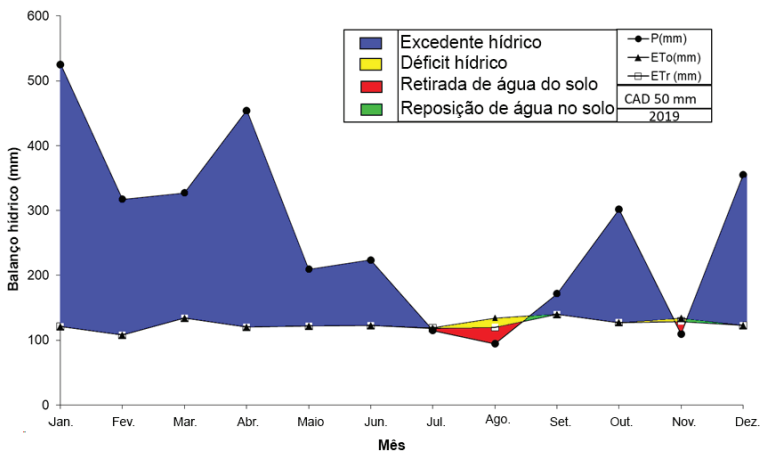


Figura 11. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) de 2019, para capacidade de água disponível (CAD) de 50 mm, registrado na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

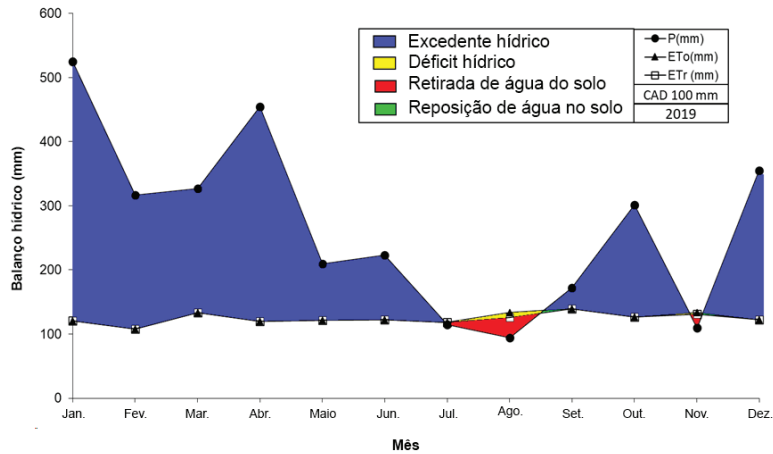


Figura 12. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) de 2019, para capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, registrado na estação agroclimatológica da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

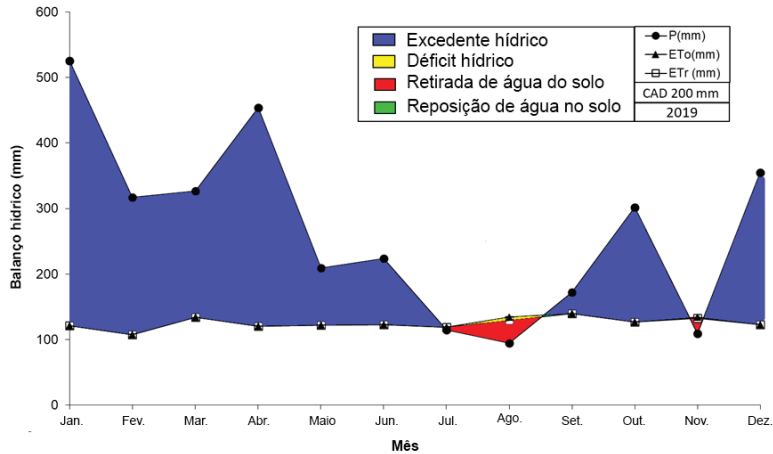


Figura 13. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) de 2019, para capacidade de água disponível (CAD) de 200 mm, registrado na estação agroclimatológica da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

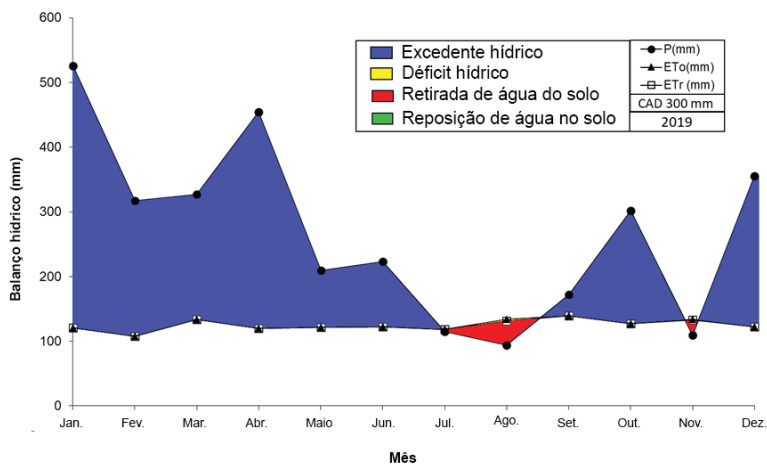


Figura 14. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) de 2019, para capacidade de água disponível (CAD) de 300 mm, registrado na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

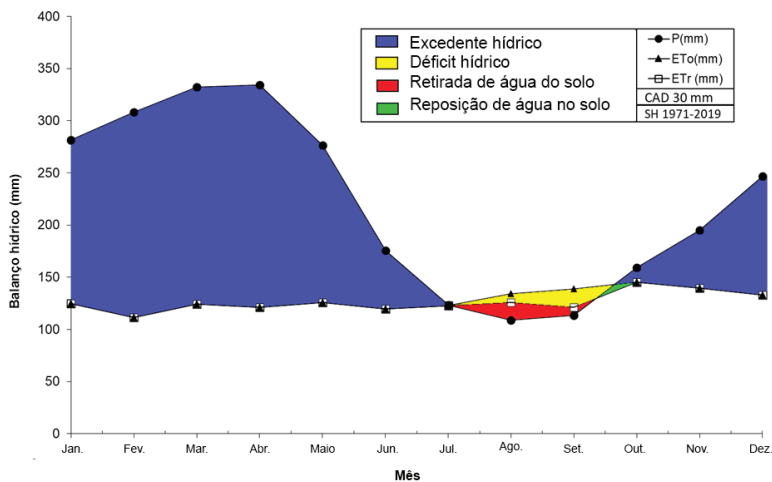


Figura 15. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm, com dados da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

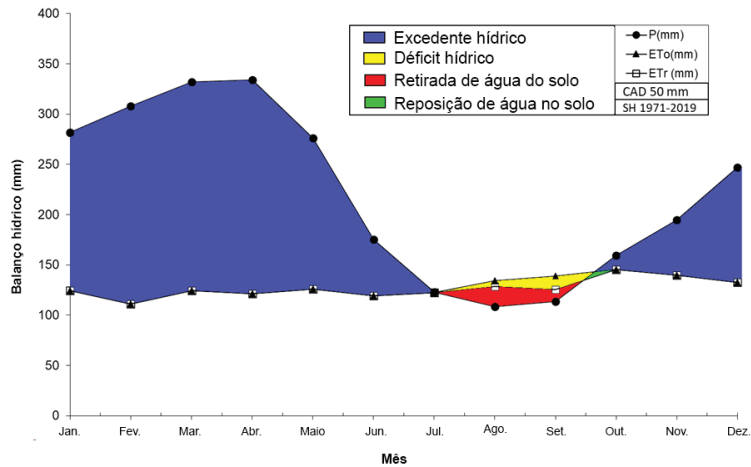


Figura 16. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) para capacidade de água disponível (CAD) de 50 mm, com dados da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

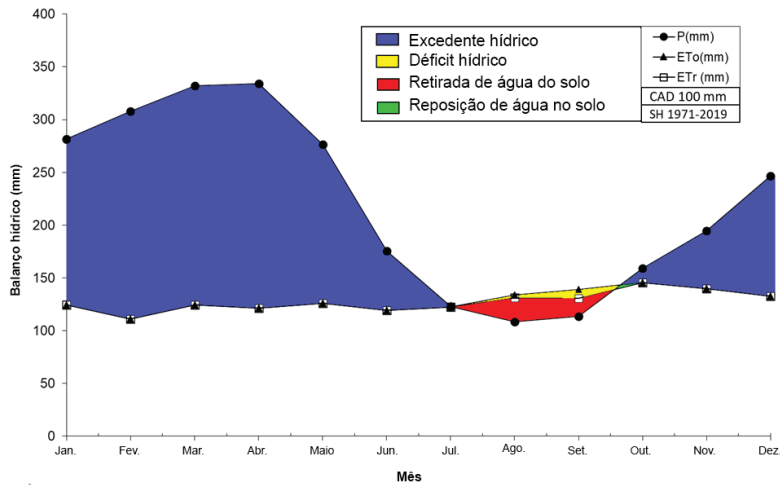


Figura 17. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) para capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, com dados da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

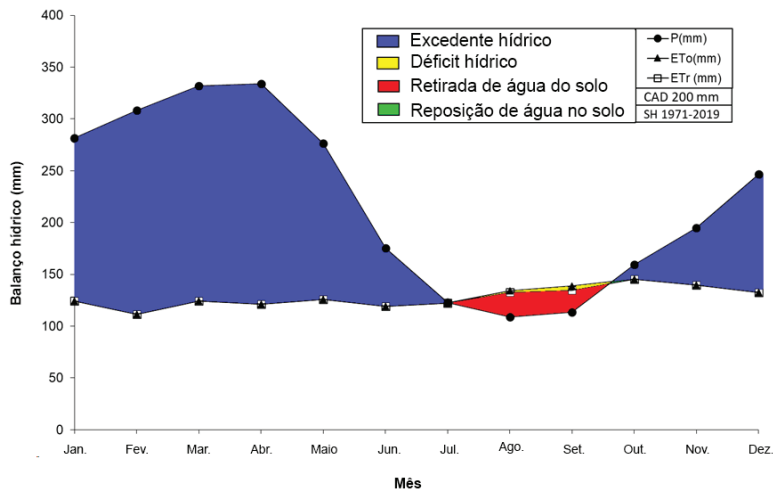


Figura 18. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) para capacidade de água disponível (CAD) de 200 mm, com dados da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

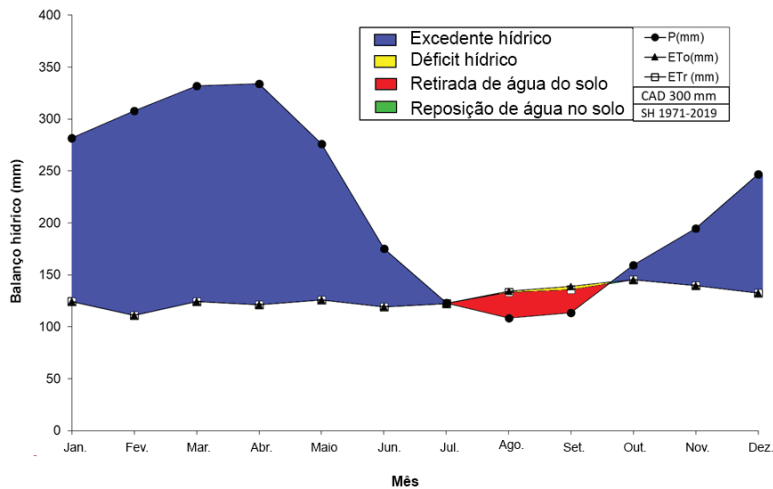


Figura 19. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) para capacidade de água disponível (CAD) de 300 mm, com dados da série histórica 1971–2019. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Considerações finais

O ano de 2019 foi o quinto mais chuvoso da série histórica 1971–2019, com janeiro mais chuvoso de todos os janeiros da série, e em novembro choveu apenas 56,23% da média histórica desse mês. A média da temperatura máxima mensal foi superior à média histórica de 1971–2019 em todos os meses do ano. A temperatura média do ar oscilou em torno da média histórica, e as médias das mínimas foram mais elevadas que as da série histórica, exceto em outubro. As temperaturas da relva, na superfície do solo, foram menores que às do solo, exceto em setembro. As horas de brilho solar totalizaram 431,6 horas a menos que as da série histórica, equivalendo a 36 dias de nebulosidade, e ficaram abaixo da média da série histórica nos meses do ano, exceto março. No balanço hídrico do solo, houve pequeno déficit hídrico atípico em julho e novembro, sendo agosto o mês com maior déficit hídrico no solo. Em setembro houve um pequeno excedente hídrico em vez de déficit para CADs de 30 e 50 mm, como é esperado pela série histórica. Houve expressivos excedentes hídricos em janeiro, abril e outubro, mas neste último foi atípico.

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, Jan. 2014. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 27 fev. 2024.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 60, 2000. 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, n. 4, 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 fev. 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).

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.

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.

