

Série Histórica dos Parâmetros Climáticos Registrados na Estação Agrometeorológica Convencional da Embrapa, no Entorno de Manaus



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

Documentos 128

Série Histórica dos Parâmetros Climáticos Registrados na Estação Agrometeorológica Convencional da Embrapa, no Entorno de Manaus

Isaac Cohen Antonio

Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM 010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara

Caixa Postal 319

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

<https://www.embrapa.br/amazonia-occidental>

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa, Maria Perpétua Beleza Pereira e Ricardo Lopes*

Revisor de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa*

Diagramação: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Foto da capa: *Fernando Goss*

1ª edição

1ª impressão (2017): 300

Todos os direitos reservados.

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

**CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação
Embrapa Amazônia Ocidental**

Antonio, Isaac Cohen.

Série histórica dos parâmetros climáticos registrados na Estação
Agrometeorológica Convencional da Embrapa, no entorno de Manaus / Isaac
Cohen Antonio. – Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2017.

100 p. : il. color. - (Documentos / Embrapa Amazônia Ocidental, ISSN
1517-3135; 128).

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

CDD 630.2515

© Embrapa 2017

Autores

Isaac Cohen Antonio

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

Agradecimentos

Ao Assistente de Pesquisa Luiz Mario Oliveira da Silva, pela tabulação, digitação e coleta dos dados.

Ao Analista Bruno Scarazatti, pela ajuda na forma de intermediação para aquisição de alguns dados nas estações vizinhas, os quais não foram registrados na Estação Agrometeorológica da Embrapa Ocidental.

Apresentação

A estação agrometeorológica convencional da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no Km 29 da Rodovia estadual AM-010 (Manaus-Itacoatiara), entrou em funcionamento em janeiro de 1971, antes de a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) se fazer presente no Estado do Amazonas, quando as pesquisas agropecuárias eram realizadas pelo extinto Instituto de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Ocidental (IPEAAOc), ocasião em que começaram os registros da precipitação pluviométrica, velocidade do vento a 2 m de altura, temperatura e umidade relativa do ar.

No ano seguinte passou a ser registrado o número de horas diárias do brilho solar, após aquisição de um heliógrafo, e cinco anos mais tarde a evaporação, medida pelo evaporímetro de Piche, com a aquisição desse instrumento de medição.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) preconiza que, para se caracterizar o clima de um lugar, deve-se dispor de uma série de registros dos parâmetros climáticos de no mínimo 30 anos. Neste trabalho apresentamos a série histórica de mais de 30 anos dos dados climáticos da estação meteorológica da Embrapa Amazônia Ocidental, disponibilizados em forma de gráficos, gerados pelo software Excel e que podem ser solicitados em forma de planilha eletrônica do Excel

com registros e médias diárias, por meio do Serviço de Atendimento ao Cidadão da Embrapa (SAC), no seguinte Localizador Padrão de Recursos (URL): <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>.

Os dados podem ser utilizados como matéria-prima para elaboração de vários trabalhos científicos, como suporte técnico para planejamento de projetos de produção do setor primário, construção civil, modelos matemáticos e estatísticos de previsão e simulação do clima, na área de abrangência da estação agrometeorológica.

Luiz Marcelo Brum Rossi

Chefe-Geral

Sumário

Série Histórica dos Parâmetros Climáticos Registrados na Estação Agrometeorológica Convencional da Embrapa, no Entorno de Manaus.....	11
Resumo.....	11
Introdução.....	12
Metodologia.....	13
Resultados.....	17
Precipitação.....	19
Temperatura do ar.....	22
Balanço hídrico do solo e ano hidrológico.....	31
Umidade relativa do ar.....	38
Evaporação medida com evaporímetro de Piche.....	40
Brilho solar.....	42
Velocidade do vento.....	45

Conclusões.....	47
Referências.....	49
Apêndices.....	53
Precipitação.....	53
Temperatura do ar.....	59
Umidade relativa do ar.....	65
Evaporação medida com evaporímetro de Piche.....	71
Brilho solar.....	77
Velocidade do vento.....	83
Índice de tabelas.....	89
Índice de figuras.....	90

Série Histórica dos Parâmetros Climáticos Registrados na Estação Agrometeorológica Convencional da Embrapa, no Entorno de Manaus

Isaac Cohen Antonio

Resumo

Neste trabalho foram processados e analisados 115.054 registros diários das variáveis agroclimatológicas: precipitação pluviométrica, temperatura do ar (máxima, média e mínima), umidade relativa do ar, velocidade do vento, evaporação de Piche e brilho solar, mais 7.680 dados resultantes dos cálculos da evapotranspiração real (ET_r) para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm e 50 mm, totalizando 122.734 dados climáticos gerados na estação agroclimatológica localizada na Sede da Embrapa Amazônia Ocidental, na Rodovia AM-010 (Manaus-Itacoatiara), Km 29, nas coordenadas georreferenciadas de 2°53'25" de latitude sul; 59°58'06" de longitude oeste e altitude de 102 m, durante 40 anos, no período de 1971 a 2010. Analisando a série histórica e o balanço hídrico da água no solo, elaborados com os dados da série histórica, é possível concluir, para o local da estação e sua zona de influência, que o ano hidrológico inicia em agosto e vai até julho, com o período úmido de outubro a junho, quando ocorre 86,88% da precipitação, com os meses de junho e outubro podendo ser considerados de transição para o período seco e chuvoso, respectivamente. O período chuvoso do calendário juliano vai de janeiro a junho, quando ocorrem quase 65% do total anual da precipitação. O

período seco, por sua vez, compreende os meses de julho a setembro, quando ocorre déficit hídrico no solo, tanto para CAD 30 mm como para CAD 50 mm. A análise dos decênios mostrou que houve aumento progressivo da precipitação nos meses mais secos (agosto e setembro) nos quatro decênios (1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010), e observa-se nitidamente, nos dados da série, um incremento das temperaturas médias e máximas mensais e declínio das mínimas mensais e, como consequência, um aumento da amplitude térmica no último decênio (2001-2010).

Palavras-chave: climatologia, agroclimatologia, variáveis climáticas, clima, balanço hídrico, ano hidrológico.

Introdução

Muitos autores têm utilizado séries históricas de dados climatológicos para diversos fins. Guimarães et al. (2004) analisaram registros de uma série histórica de 75 anos da estação climatológica principal de Sete Lagoas, MG, para verificar as tendências de variação da temperatura e da precipitação. Oliveira et al. (2006) utilizaram séries históricas de 80 anos de registros de temperaturas médias mensais do ar e de 40 anos para totais de precipitação pluviométrica e perfis geotermiais de poços com e sem cobertura vegetal para inferir mudanças climáticas na região de Manaus, fazendo distinção entre variabilidades e mudanças climáticas.

Salati (2007) utilizou dados das Normais Climatológicas de temperatura e precipitação do período de 1961 a 1990 para calcular balanços hídricos tridecenais pelos modelos HadCM3, GFDL, CCCma, SCIRO e NIES para o cenário A2 do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), até o ano de 2100. Almeida e Oliveira (2010) utilizaram uma série histórica de 1965 a 2009 de registros de temperatura, precipitação e radiação solar para simulação climática no Município de Diamantino (MT), com o propósito de avaliar possíveis impactos de mudanças climáticas na agricultura.

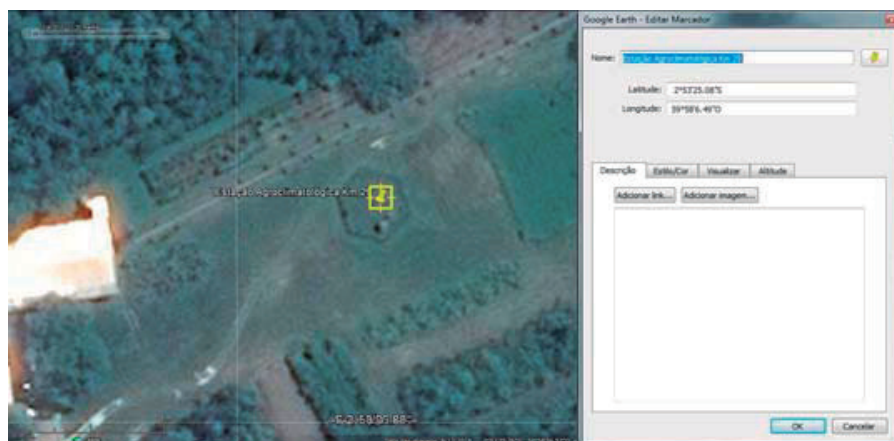
Segundo D'Afonseca et al. (2012), dados históricos diários são importantes para o conhecimento das condições climáticas e para o planejamento agrícola, possibilitando definir estratégias de plantio e manejo que visam à mitigação dos riscos causados pela variabilidade climática.

Neste trabalho são apresentados resultados de 115.054 registros diários das variáveis agroclimatológicas: precipitação pluviométrica, temperatura do ar (máxima, média e mínima), umidade relativa do ar, velocidade do vento, evaporação de Piche e brilho solar, registradas na estação agroclimatológica da Embrapa Amazônia Ocidental, durante 40 anos (1971 a 2010), mais 7.680 dados resultantes dos cálculos da evapotranspiração real (ET_r) para capacidade de água disponível (CAD) de 30 mm e 50 mm, totalizando 122.734 registros.

A série histórica de dados da evaporação possui 35 anos (1976 a 2010) e a da insolação compreende o período de 1972 a 2011, haja vista os instrumentos de medição desses parâmetros terem sido adquiridos no ano inicial das respectivas séries.

Metodologia

A estação agrometeorológica onde foram registrados os dados das séries históricas fica localizada na sede da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da Rodovia AM-010 (Manaus-Itacoatiara), nas coordenadas georreferenciadas de 2°53'25" de latitude sul; 59°58'06" de longitude oeste e altitude de 102 m (Figura 1). O clima local foi classificado como do tipo AF, segundo a classificação climática de Köppen (clima tropical chuvoso), que tem como característica: temperatura média do mês mais frio nunca inferior a 18 °C e precipitação do mês mais seco acima de 60 mm (TEIXEIRA et al., 1986).



Fonte: Google Earth.

Figura 1. Localização da Estação Agrometeorológica da Embrapa Amazônia Ocidental com as coordenadas georreferenciadas no Google Earth.

Os instrumentos de medição que compõem a estação agrometeorológica são: termômetro de máxima de bulbo com mercúrio; termômetro de mínima de bulbo; termômetro de coluna de mercúrio com bulbo imerso em água destilada (termômetro de bulbo úmido); evaporímetro de Piche e termo-higrógrafo à corda, todos esses dentro de abrigo meteorológico de madeira; anemômetro de três conchas a 2 m de altura; pluviômetro com diâmetro de 200 mm; pluviógrafo; heliógrafo; termômetros de solo nas profundidades de 0 (relva), 2 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm e 30 cm.

Segundo Chow (1964), a análise de regressão e correlação é uma ferramenta antiga para preenchimento de falhas de registros, relacionando os dados disponíveis com os dados de estações vizinhas. Rascon et al. (2010) citam vários autores recomendando interpolação de dados existentes de estações vizinhas da estação.

Alguns registros foram tomados nas estações mais próximas, cuja localização pode ser vista na Figura 2. Foram elas: Estação Meteorológica Convencional do Instituto Nacional de Pesquisas da

Amazônia (Inpa), latitude $2^{\circ}55'44,64''$ sul e longitude $59^{\circ}58'35,40''$ oeste, altitude 107 m (georreferenciadas), distante 4,38 km em linha reta; Estação Meteorológica Automática do Inpa nas coordenadas $2^{\circ}56'20,29''$ Sul e $59^{\circ}58'7,17''$ Oeste, localizada na Reserva Ducke; Estação Meteorológica Convencional do Inmet, que funcionou em dois locais: na atual Av. André Araújo, na latitude $3^{\circ}6'5.73''$ sul, longitude $59^{\circ}59'48.64''$ oeste e altitude de 62 m (georreferenciadas), distante 23,65 km em linha reta, até dezembro de 1997, e após essa data foi para a BR-319, Km 1 (atual Rua Ministro João Gonçalves de Souza, 4.273) na latitude $3^{\circ}7'46.38''$ sul, longitude $59^{\circ}56'55.84''$ oeste e elevação de 52 m acima do nível do mar (georreferenciadas), distante 26,55 km em linha reta; Estação Meteorológica Automática do Inmet (Manaus-A101 Código OMM: 81730) que entrou em operação em 2000, no mesmo endereço da BR-319. Em 17 de dezembro de 2010, foi transferida para a Rua Maceió, nº 460, Adrianópolis, nas coordenadas georreferenciadas de latitude $3^{\circ}6'13,43''$ sul e longitude $60^{\circ}0'55.58''$ oeste distante 24,12 km em linha reta; Estação Meteorológica da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), localizada no Km 45 da BR-174 na latitude $2^{\circ}33'46,34''$ sul, longitude $60^{\circ}01'59,06''$ oeste e altitude de 110 m, distante 36,74 km em linha reta (georreferenciadas).

Fonte: Google Maps

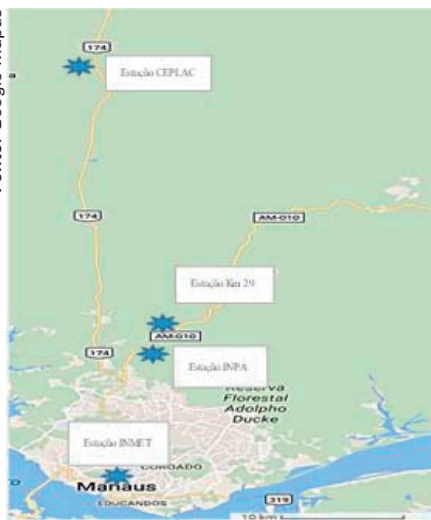


Figura 2. Mapa da localização das estações.

O registro da temperatura do ar foi feito com leituras diretas em termômetro de bulbo com tubo capilar de vidro, termômetro de máxima, termômetro de mínima e registros gráficos em termo-higrógrafo. As temperaturas médias foram obtidas por meio da média compensada, utilizando o método de Serra (1974) da Equação 1:

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

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

As médias mensais das temperaturas do ar e da precipitação da série histórica 1971-2010 foram usadas no cálculo do balanço hídrico do solo para CAD de 30 mm e 50 mm pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), o qual sugere o cálculo da CAD de um solo para a planta pela Equação 2:

$$CAD = 0,01 (CC\% - PMP\%) D Z \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

CC% = Capacidade de campo

PMP% = Ponto de murcha permanente

D = Densidade do volume de solo

Z = Profundidade efetiva do sistema radicular da planta em milímetro

A constante 0,01 transforma os valores de porcentagem em numerais.

Considerando como exemplo, na Equação 2, uma profundidade efetiva do sistema radicular de 200 mm, citado por Alfonsi et al. (1990), para hortaliças no Estado de São Paulo e por Schultz e Nogueira (1975, apud EMBRAPA, 1988) para 80% das raízes de guaranazeiro até 3 m de distância do caule; uma densidade média do solo de 1,3 dentro da faixa de 1,03 a 1,57 encontrada por Baena e Dutra (1982) em sete tipos de solo que ocorrem na Amazônia; considerando também a Capacidade de Campo de 21% e Ponto de Murcha Permanente de 12%, médias encontradas para um Latossolo Amarelo franco-arenoso até os 22 cm de profundidade e franco-argilo-arenoso de 22 cm até 45 cm de profundidade (AGUIAR NETTO et al., 1999), encontrar-se-á uma CAD de 23,4 mm, abaixo da faixa de 30 mm, que vem sendo calculada na série histórica desde 1971.

$$CAD = 0,01 (21\% - 12\%) 1,3 * 200 \text{ mm} = 23,4 \text{ mm}$$

As planilhas e gráficos foram elaborados com o software Excel 2013.

Resultados

As médias mensais, do período 1971 a 2010, das variáveis climáticas registradas na estação e a evapotranspiração potencial e real para CAD no solo de 30 mm e 50 mm, calculadas pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Séries históricas mensais de 40 anos da precipitação, temperaturas e umidade relativa do ar, velocidade do vento, insolação diária e mensal, evapotranspiração potencial (ET₀) e real (ET_r) pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), CAD de 30 mm e 50 mm; série de 35 anos da evaporação, dos dados registrados na estação agrometeorológica na sede da Embrapa Amazônia Ocidental.

Mês	Série Histórica 1971-2010						
	P (mm)	P (%)	Dias chuva	% dias chuva	T (°C)		
					Máx.	Mín.	Méd.
Jan	271,4	10,39	22	70,97	30,7	22,5	25,6
Fev	298,4	21,82	21	75,00	30,6	22,6	25,6
Mar	328,1	34,39	24	77,42	30,8	22,6	25,7
Abr	329,7	47,01	23	76,67	31,0	22,6	25,8
Maio	277,5	57,64	23	74,19	31,1	22,5	25,8
Jun	169,2	64,12	19	63,33	31,0	21,9	25,7
Jul	120,0	68,71	16	51,61	31,4	21,6	25,6
Ago	110,0	72,93	14	45,16	32,7	21,7	26,2
Set	113,2	77,26	13	43,33	33,1	22,1	26,6
Out	160,5	83,41	14	45,16	33,0	22,5	26,7
Nov	190,8	90,72	14	46,67	32,5	22,7	26,6
Dez	242,4	100,00	18	58,06	31,5	22,5	26,0
Total	2.611,2	-	18,4	-	-	-	-
Média	217,6	-	221	-	31,6	22,3	26,0

P = Precipitação pluviométrica; T = Temperatura do ar.

Tabela 1. Continuação.

Mês	Série Histórica 1971-2010					1976-2010	BS 1972-2011	
	UR (%)	VV (m.s ⁻¹)	ET ₀ (mm)	ET _r _{CAD 30} (mm)	ET _r _{CAD 50} (mm)	Ev. Piche (mm)	Média (h.dia ⁻¹)	Total
Jan	88,0	0,69	114,5	114,5	114,5	58,1	4,1	127,2
Fev	88,7	0,73	106,2	106,2	106,2	52,9	3,9	109,0
Mar	88,6	0,71	122,3	122,3	122,3	55,3	3,8	118,6
Abr	89,1	0,63	124,2	124,2	124,2	49,1	4,0	119,4
Mai	88,9	0,57	132,7	132,7	132,7	53,6	4,7	149,0
Jun	86,9	0,60	127,0	127,0	127,0	62,1	5,9	178,4
Jul	85,0	0,63	129,9	128,4	128,9	76,3	6,8	211,6
Ago	83,3	0,66	137,5	123,0	127,4	87,6	7,4	230,8
Set	82,8	0,68	136,2	117,9	122,0	90,9	6,9	205,6
Out	83,6	0,68	139,4	139,4	139,4	89,5	6,3	194,4
Nov	84,6	0,66	128,0	128,0	128,0	75,1	5,6	168,1
Dez	87,3	0,64	121,1	121,1	121,1	63,9	4,5	138,0
Total	-	-	1.519,0	1.484,7	1.493,7	814,3	-	1.950,0
Média	86,4	0,66	125,6	123,6	125,6	67,9	5,3	162,5

UR = Umidade relativa do ar; VV = Velocidade média diária do vento; ET₀ = Evapotranspiração potencial; ET_r CAD 30 = Evapotranspiração real para capacidade de água disponível (CAD) no solo de 30 mm; ET_r CAD 50 = Evapotranspiração real para CAD no solo de 50 mm obtidas pelo balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955); Ev. Piche = Evaporação de Piche; BS = Brilho solar.

Precipitação

A média anual do total de precipitação da série histórica de 1971-2010 foi de 2.611,2 mm, e a média mensal foi 217,6 mm, para a média do total de dias de chuva por ano de 221 dias e uma média de 18,4 dias de chuva por mês. Os meses de julho, agosto e setembro foram os que tiveram as menores médias mensais na série histórica 1971-2010 das precipitações: 120 mm, 110 mm e 113,2 mm, respectivamente. Os meses com maiores precipitações da série, com precipitações médias acima dos 300 mm, foram abril e março, com 329,7 mm e 328,1 mm respectivamente, sendo que março foi o mês que teve a maior média de dias de chuva (24 dias), choveu em 77,42% dos dias do mês, e setembro foi o mês com menor média de dias de chuva (13 dias), chovendo apenas 43,33% dos dias do mês (Tabela 1). O maior total

mensal de precipitação da série foi registrado em fevereiro de 1976 (572,2 mm), com 92,4% de chuva acima da média histórica para o mês, e o menor em setembro de 1976 (6,8 mm), chovendo apenas 6% do que é esperado para o mês na série histórica (Figuras 22 e 29 do Apêndice).

Nas Figuras de 21 a 32 (Apêndice), são apresentadas a variação interanual do total mensal, a média histórica e a tendência da precipitação do mês. Na série histórica de 1971 a 2010, foram registrados totais de precipitações mensais inferiores a 60 mm, no mês de janeiro em 1983 (46,5 mm); em junho de 1984 (59,7 mm); no mês de julho dos anos de 1979 (49,3 mm), 1983 (59,1 mm) e 1997 (44,9 mm); no mês de agosto de 1976 (51,5 mm), 1977 (23 mm), 1978 (57,5 mm), 1986 (59,4 mm), 1988 (26,6 mm), 1995 (25,6 mm), 2001 (46,8 mm) e 2009 (45,6 mm); no mês de setembro de 1972 (40,4 mm), 1975 (30,5 mm), 1976 (6,8 mm), 1997 (48,4 mm), 2002 (55,8 mm), 2006 (56,7 mm) e 2009 (29,6 mm) e em outubro de 1974 (47,6 mm), conforme a Figura 21 e as de 26 a 30 do Apêndice.

De acordo com os registros diários, o maior total diário de precipitação registrado na série histórica foi de 150,3 mm, ocorrido no dia 31 do ano de 2001. Nesse dia, choveu 95,6% do esperado para o mês e 56,8% do total mensal registrado em outubro de 2001 (Tabela 2).

No Diagrama Termopluviométrico de Gaussen, construído com a temperatura média do ar e a precipitação mensal da série histórica de 1971 a 2010 (Figura 3), pode-se constatar que não existe um mês seco, em que o total mensal da precipitação seja inferior ao dobro da temperatura média mensal ($P < 2T_m$). Na Figura 4, pelas médias dos totais mensais de chuva dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010, pode ser notado um aumento da precipitação nos meses mais secos (agosto e setembro). Para os meses mais úmidos essa tendência é observada para janeiro, fevereiro e abril, porém com uma diminuição do total de precipitação mensal para a última década da série (2001-2010).

Tabela 2. Maiores precipitações diárias registradas na série histórica.

Mês/ano	DIA	P (mm)
Janeiro/2000	24	103,8
Fevereiro/1976	7	142,2
Março/2002	21	104,4
Abril/1999	26	104,6
Mai/2008	12	137,0
Junho/1986	4	86,2
Julho/1981	4	72,6
Agosto/2008	28	83,6
Setembro/2010	9	59,2
Outubro/2001	31	150,3
Novembro/1986	20	113,6
Dezembro/1980	17	97,3

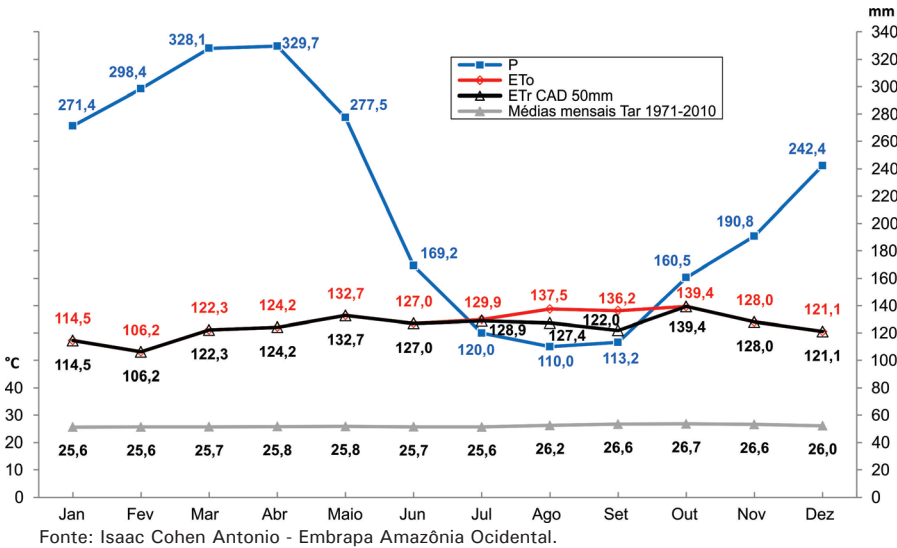
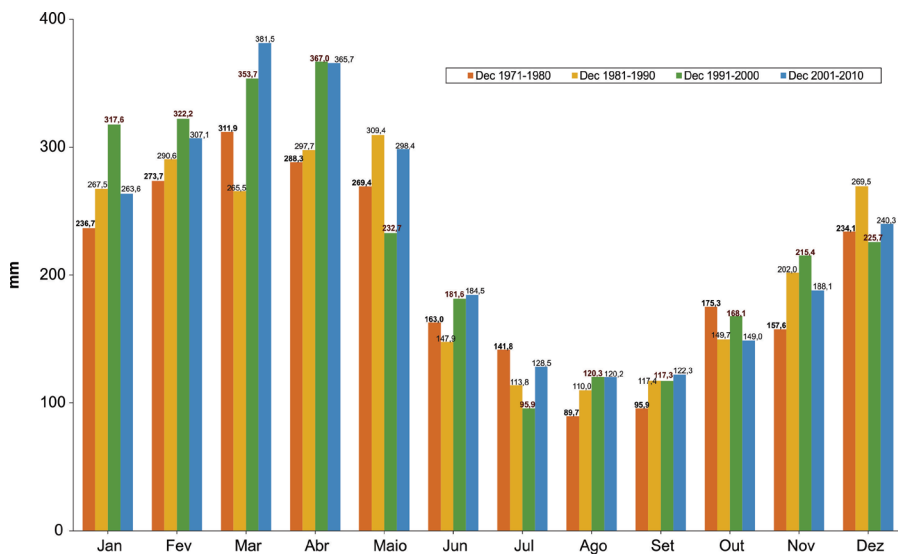


Figura 3. Totais mensais da precipitação, evapotranspiração potencial (ET_o) e evapotranspiração real (ET_r) pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), CAD de 50 mm e médias mensais das temperaturas do ar em diagrama termopluiométrico de Gaussen, da série histórica de 1971 a 2010.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 4. Totais mensais da precipitação, média dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010.

Temperatura do ar

A média mensal das temperaturas mínimas do ar da série histórica 1971-2010 foi superior a 21,5 °C, o mês de julho apresentou a menor média das temperaturas mínimas dos 40 anos (21,6 °C), conforme Tabela 1. Analisando as médias mensais das temperaturas mínimas na série de dados, mês a mês, ao longo da série histórica, observa-se que as menores médias para os meses de janeiro a agosto foram obtidas no ano de 1976 (20,7 °C; 20,5 °C; 20,8 °C; 21,2 °C; 21,0 °C; 20,6 °C; 19,7 °C e 20,3 °C, respectivamente); nos meses de setembro a dezembro, as menores médias mensais foram obtidas no ano de 1975 (21,3 °C; 20,9 °C; 21,2 °C e 21,0 °C, respectivamente). Dentre todos os meses, julho foi o que apresentou a menor média mensal (19,7 °C), conforme mostram a Figura 5 e as de 33 a 44 do Apêndice.

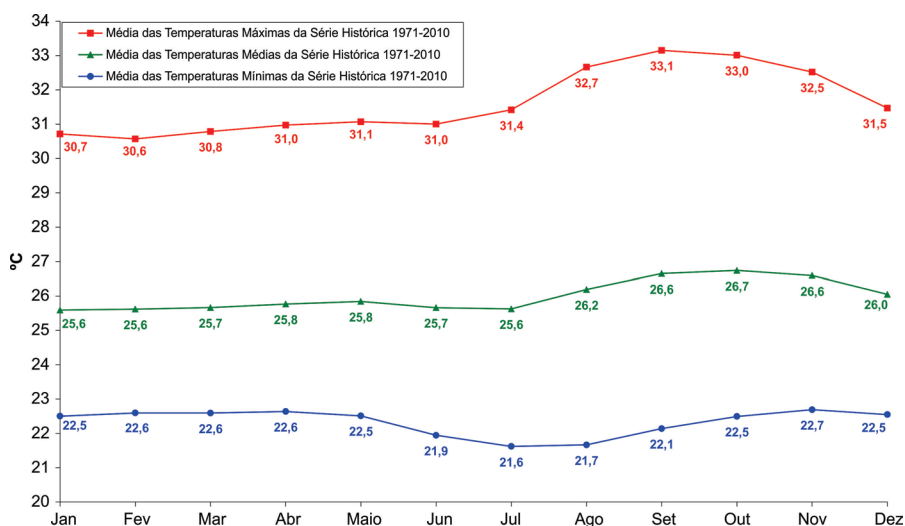
As temperaturas médias mensais do ar da série histórica 1971-2010 foram superiores a 25,5 °C, o mês de outubro apresentou a maior média dos 40 anos (26,8 °C), e as menores da série ocorreram nos

meses de janeiro, fevereiro e julho (todos com 25,6 °C), este último devido ao fenômeno da friagem, que geralmente ocorre nesse mês (Tabela 1).

Analisando as médias mensais, mês a mês, na Figura 5 e nas de 33 a 44 do Apêndice, ao longo da série histórica, observa-se que as maiores médias da temperatura do ar ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro no ano de 1983 (27,9 °C e 27,7 °C , respectivamente); no mês de março, a maior média registrada ocorreu em 2010 (27,5 °C); em abril, foi 27,3 °C em 2004; em maio, a maior média ocorreu no ano de 1997 (27,4 °C); a de junho ocorreu em 2005 (28,4 °C); as de julho a outubro foram aferidas no ano de 1997 (28,4 °C; 28,1 °C; 30,2 °C e 30,7 °C, respectivamente), sendo que a maior média mensal da série alcançada no mês foi a de outubro de 1997 (30,7 °C); em novembro foi registrada no ano de 2009 (28,9 °C); e em dezembro a maior média ocorreu novamente no ano de 1997 (28,01 °C). Já as menores médias nos meses de janeiro e fevereiro ocorreram em 1999 (23,4 °C e 24,1 °C , respectivamente), a de março ocorreu em 1976 (24,6 °C); a de abril em 1994 (24,8 °C); a de maio em 1989 (24,8 °C); junho em 2001 (23,8 °C); julho em 1975 (24,1 °C); agosto em 1992 (25,0 °C); setembro em 1981 (25,3 °C); outubro, novembro e dezembro em 1993 (25,1 °C; 24,4 °C e 24,6 °C , respectivamente), sendo que janeiro de 1999 foi o mês com menor temperatura média mensal de toda a série (23,4 °C), conforme as Figuras 5 e as de 33 a 44 do Apêndice.

A média mensal das temperaturas máximas do ar da série histórica 1971-2010 foi superior a 30,5 °C, o mês de setembro apresentou a maior média das temperaturas máximas da série de 40 anos (33,1 °C), conforme a Tabela 1. Analisando as médias mensais, mês a mês, ao longo da série histórica, na Figura 5 e nas de 33 a 44 do Apêndice, observa-se que as maiores médias da temperatura mínima para os meses de janeiro e fevereiro foram obtidas no ano de 1983 (33,5 °C e 33,0 °C, respectivamente); no mês de março, a maior média registrada das máximas ocorreu em 2010 (33,2 °C); em abril e maio, as maiores

médias de máximas aconteceram no ano de 1979 (32,1 °C e 33,1 °C, respectivamente); a de junho ocorreu em 2007 (32,8 °C); a de julho, em 2008 (33,2 °C); as de agosto a outubro, no ano de 2009 (34,5 °C; 36,1 °C e 36,4 °C, respectivamente), sendo outubro de 2009 o mês com a maior média das máximas dentre todos os meses da série (36,4 °C), e as maiores máximas de novembro e dezembro foram registradas no ano de 1975 (36,2 °C e 36,3 °C, respectivamente).



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 5. Médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima do ar da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.

As médias dos quatro decênios das temperaturas máximas da série histórica são apresentadas na Tabela 3 e nas Figuras de 6 a 8. Nelas observa-se um declínio das máximas do primeiro para o segundo decênio (1971 a 1980; 1981 a 1990), em quase todos os meses, exceto março e abril, chegando a cair 1,0 °C em novembro e 1,1 °C em dezembro. Do segundo para o terceiro decênio (1981 a 1990; 1991 a 2000), houve queda das máximas durante o período chuvoso, nos meses de janeiro a abril, e aumento nos outros meses, mas

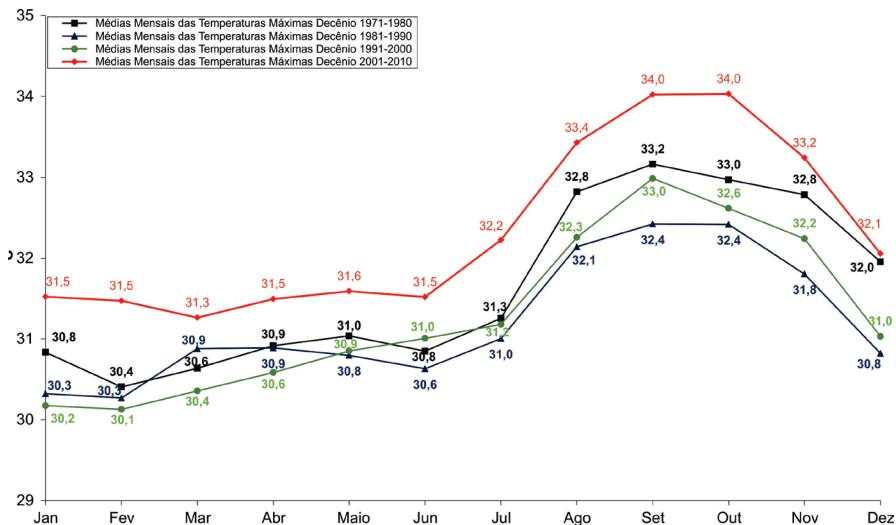
continuaram abaixo do primeiro decênio, em quase todos os meses, exceto junho. Do terceiro para o quarto decênio (1991 a 2001; 2001 a 2010), houve expressivo aumento das temperaturas máximas, com incrementos de até 1,35 °C e 1,34 °C nos meses de janeiro e fevereiro e de 1,4 °C em outubro em relação ao terceiro decênio.

No quarto decênio (2001-2010), as médias das temperaturas máximas e médias mensais foram superiores em todos os meses, classificando esse decênio como o mais quente (Figuras 6 e 7), e as médias das mínimas, as menores em quase todos os meses, exceto novembro (Figura 8) com amplitudes médias maiores em quase todos os meses, exceto para dezembro (Figura 10). Esses incrementos das temperaturas podem ser atribuídos, em uma escala local, ao avanço do desmatamento e da urbanização, com o crescimento da cidade avançando em direção à estação. No início da década de 1970, a estrada que liga Manaus a Itacoatiara, que passa ao lado da estação, nem sequer era asfaltada, isso só ocorreu no governo do professor Henocho da Silva Reis (1975-1979), como se observa nas imagens de satélite do Google Earth, na Figura 9, e em escala global esses incrementos podem ser atribuídos às altas temperaturas registradas em todo o planeta, já que, segundo a Organização Meteorológica Mundial, 2001-2010 foi a década mais quente desde que se tem os registros de temperatura da superfície do planeta (1850), com nove anos entre os dez mais quentes do planeta, exceto o ano de 2008 (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2011).

Comparando a variação da temperatura do ar por decênios, constata-se um incremento considerável das temperaturas médias mensais e das máximas em todos os meses do ano no último decênio da série (2001 a 2010), que pode ser observado nas Figuras 6 e 7. Na Figura 8, observa-se um declínio das temperaturas mínimas em quase todos os meses, exceção para o mês de novembro, quando a média das temperaturas mínimas foi superior em 0,1 °C às do decênio anterior (1991 a 2000). No mesmo decênio, a amplitude térmica foi incrementada em quase todos os meses, exceto em agosto (Figura 10).

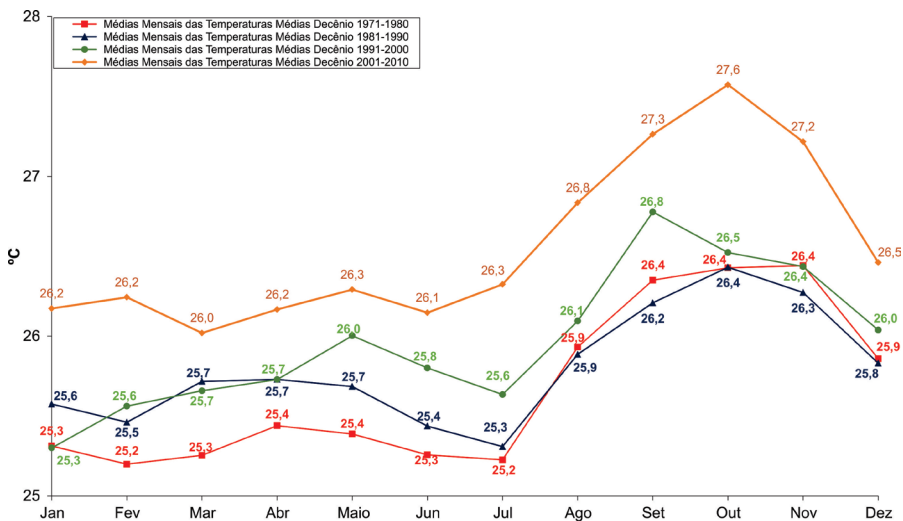
Tabela 3. Temperaturas máxima, mínima, média e amplitude térmica dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010.

Mês	DECÊNIO 1971-1980					AMPLITUDE TÉRMICA DOS DECÊNIOS					DECÊNIO 1991-2000					DECÊNIO 2001-2010				
	MÁX	MÍN	AMP	MÉD	MÁX	MÍN	AMP	MÉD	MÁX	MÍN	AMP	MÉD	MÁX	MÍN	AMP	MÉD	MÁX	MÍN	AMP	MÉD
Jan	30,8	22,1	8,7	25,3	30,3	22,7	7,6	25,6	30,2	22,4	7,7	25,3	31,5	22,7	8,8	26,2	31,5	22,7	8,8	26,2
Fev	30,4	22,2	8,2	25,2	30,3	22,7	7,5	25,5	30,1	22,6	7,5	25,6	31,5	22,8	8,7	26,2	31,5	22,8	8,7	26,2
Mar	30,6	22,2	8,4	25,3	30,9	22,8	8,0	25,7	30,4	22,6	7,7	25,7	31,3	22,7	8,6	26,0	31,3	22,7	8,6	26,0
Abr	30,9	22,4	8,5	25,4	30,9	22,8	8,0	25,7	30,6	22,6	8,0	25,7	31,5	22,6	8,9	26,2	31,5	22,6	8,9	26,2
Mai	31,0	22,1	8,9	25,4	30,8	22,7	8,1	25,7	30,9	22,6	8,3	26,0	31,6	22,6	9,0	26,3	31,6	22,6	9,0	26,3
Jun	30,8	21,6	9,2	25,3	30,6	22,1	8,5	25,4	31,0	22,0	9,0	25,8	31,5	22,0	9,5	26,1	31,5	22,0	9,5	26,1
Jul	31,3	21,2	10,0	25,2	31,0	21,7	9,3	25,3	31,2	21,6	9,5	25,6	32,2	21,9	10,3	26,3	32,2	21,9	10,3	26,3
Ago	32,8	21,3	11,5	25,9	32,1	21,9	10,3	25,9	32,3	21,6	10,7	26,1	33,4	21,9	11,5	26,8	33,4	21,9	11,5	26,8
Set	33,2	21,9	11,2	26,4	32,4	22,2	10,2	26,2	33,0	22,2	10,8	26,8	34,0	22,2	11,8	27,3	34,0	22,2	11,8	27,3
Out	33,0	22,2	10,8	26,4	32,4	22,7	9,7	26,4	32,6	22,3	10,3	26,7	34,0	22,7	11,3	27,6	34,0	22,7	11,3	27,6
Nov	32,8	22,6	10,2	26,4	31,8	22,8	9,0	26,3	32,2	22,5	9,7	26,4	33,2	22,9	10,4	27,2	33,2	22,9	10,4	27,2
Dez	32,0	22,2	9,7	25,9	30,8	22,7	8,1	25,8	31,0	22,4	8,6	26,0	32,1	22,8	9,2	26,5	32,1	22,8	9,2	26,5



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 6. Médias mensais das temperaturas máximas dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010. Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 7. Médias mensais das temperaturas médias dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010. Embrapa Amazônia Ocidental.

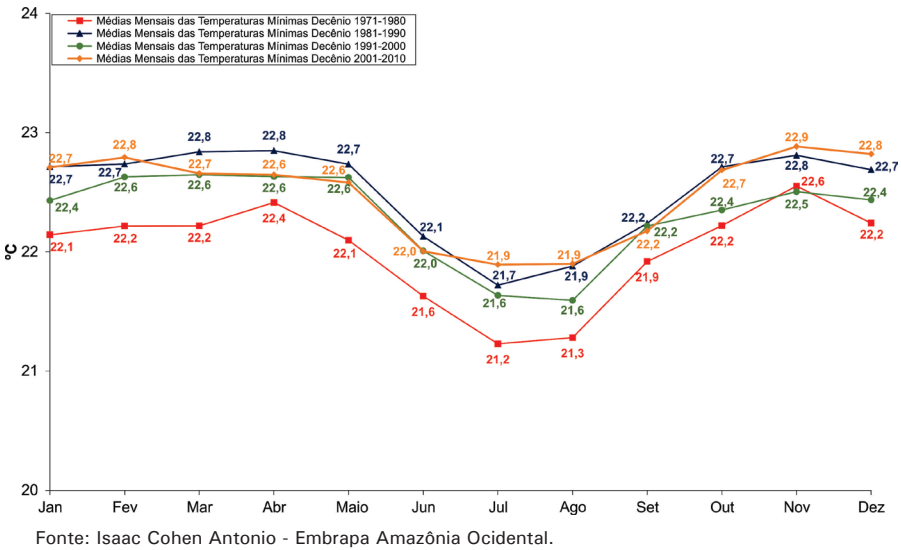
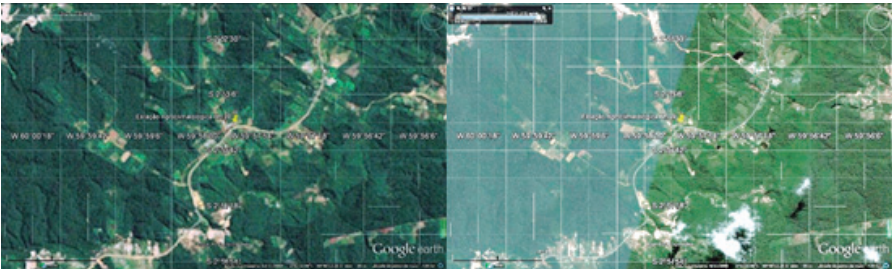


Figura 8. Médias mensais das temperaturas mínimas dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010. Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Google Earth.

Figura 9. Avanço da urbanização na Rodovia AM-010, que passa ao lado da estação. À esquerda, imagem de satélite de jan./1971; à direita, de jan./2010.

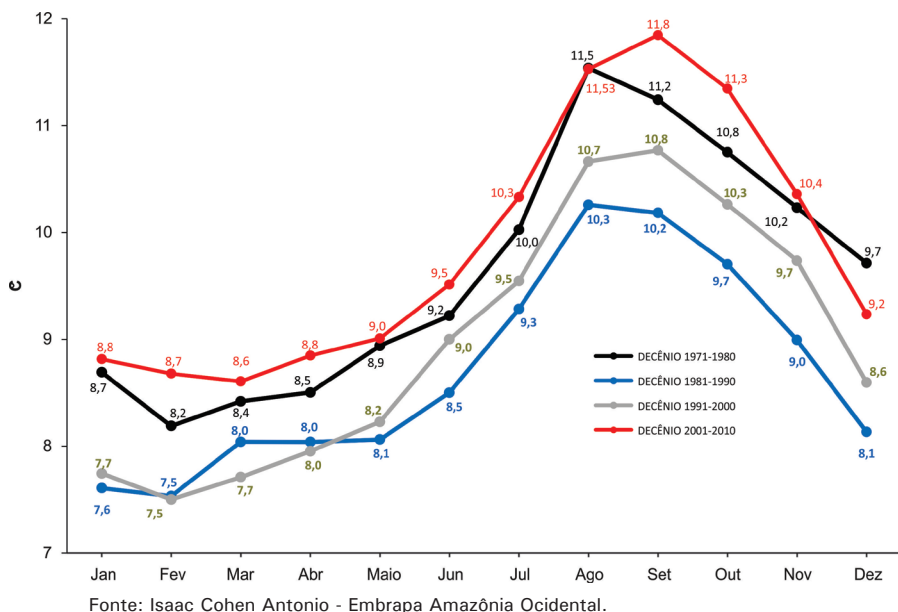


Figura 10. Amplitude térmica dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010. Embrapa Amazônia Ocidental.

Nos registros diários das temperaturas na série histórica de 1971 a 2010, observa-se que: as menores temperaturas mínimas registradas no abrigo meteorológico, nos meses de janeiro da série histórica de 40 anos, ocorreram no dia 5 do ano de 1994 e no dia 9 de 1999 (18,0 °C); nos meses de fevereiro, ocorreu no dia 8 de 1976 (18,5 °C); em março, dia 31 de 2008 (19,8 °C); em abril, no dia 25 de 1971 (16,8 °C); em maio, no dia 18 de 1977 (19,0 °C); em junho, no dia 9 de 1976 e no dia 29 de 1996 (18,0 °C); em julho, nos dias 18 e 19 de 1975 (16,0 °C), foi a menor de toda a série histórica, registrada no mês de julho. Durante os meses de agosto da série histórica, a menor temperatura mínima foi registrada no dia 17 do ano de 1978 (16,5 °C); em setembro, as menores mínimas da série ocorreram nos dias 12 de 1971 e no dia 4 de 1993 (18,0 °C); em outubro, no dia 21 de 1976 (19,0 °C); em novembro, no dia 14 de 1974 e no dia 20 de 1976 (19,0 °C); e em dezembro, no dia 19 de 1993 (19,0 °C).

As temperaturas mínimas abaixo de 19°C, nos meses de maio a setembro, ocorreram devido ao fenômeno da friagem, que geralmente acontece nesses meses em Manaus, podendo durar até quatro dias (VIANA, 2015), por influência da massa polar atlântica (mPa) originária da zona de transição entre o ar polar e o tropical subantártica, ocupada por gelos flutuantes levados pelas correntes antárticas, de onde se formam os anticiclones subpolares que periodicamente invadem o continente, com ventos do sudeste e leste (NIMER, 1966), chamados de anticiclones extratropicais, com ocorrência no período de abril a outubro, mais intensamente nos meses de maio a setembro e com pico em julho (SATYAMURTY; LIMA, 1994).

Oliveira et al. (2004), ao estudar esse fenômeno, constataram que a friagem ocasionou uma diminuição de 35% no valor da temperatura. Marengo et al. (1997), estudando o fenômeno da friagem na Amazônia, observaram que ele atinge mais intensamente o sul dessa região, com redução drástica da pressão atmosférica e da camada limite atmosférica (CLA) e chega com menos intensidade nas áreas central e leste da Amazônia, tendo a duração de dois a três dias, com quedas bruscas da temperatura, despendendo cinco a seis dias para as variáveis climáticas voltarem aos patamares anteriores à chegada do fenômeno.

De acordo com os registros diários das temperaturas na série histórica de 1971 a 2010, a maior temperatura máxima registrada no abrigo meteorológico, durante os meses de janeiro da série histórica, ocorreu no dia 10 de 2009 (40,2 °C), a maior de toda a série histórica; nos meses de fevereiro, no dia 28 de 1983 (36,2 °C); em março, no dia 1º de 1983 (36,6 °C); em abril, no dia 23 de 2006 (36,4 °C); em maio, no dia 20 de 2007 (38,2 °C); em junho, nos dias 3 e 24 de 2007 (39,4 °C); em julho, no dia 24 de 1977 e no dia 23 de 1990 (35,0 °C); em agosto, no dia 29 de 1977 (36,5 °C); em setembro, no dia 21 de 2006 (39,2 °C); em outubro, no dia 6 de 1976 (39,0 °C); em novembro, nos dias 7 e 11 de 1975 (38,0 °C); e em dezembro, nos dias 1º e 13 de 1975 (38,0 °C).

Nos registros diários, a maior amplitude térmica diária registrada na série, no mês de janeiro, foi de 19,9 °C no dia 10 do ano de 2009, a maior de toda a série histórica. A maior em fevereiro foi 13,5 °C; em março foi 13,6 °C; em abril, 14,0 °C; em maio, 15,2 °C; em junho, 18,4 °C, ocorreu no dia 24 de 2007; em julho, 15,4 °C; em agosto, 17,5 °C; em setembro, 17,5 °C; em outubro, 18,0 °C; em novembro, 17,7 °C; e em dezembro, a maior amplitude térmica diária registrada foi 17,4 °C. A menor amplitude térmica diária registrada na série, no mês de janeiro, foi de 1,1 °C; a menor em fevereiro foi 0,9 °C; em março foi 0,6 °C e ocorreu no dia 5 de 2007, caracterizada como uma das menores de toda a série histórica; em abril, 1,0 °C; em maio, 1,0 °C; em junho, 0,7 °C; em julho, 1,2 °C; em agosto, 2,1 °C; em setembro, 1,5 °C; em outubro, 0,9 °C; em novembro foi 0,6 °C e ocorreu no dia 13 de 2005 e também foi uma das menores de toda a série histórica; e em dezembro, a menor amplitude térmica diária registrada foi 1,0 °C.

Balanço hídrico do solo e ano hidrológico

O período mais chuvoso do calendário juliano (maior soma de valores positivos consecutivos, da precipitação menos a evapotranspiração potencial ou de referência para CAD no solo de 30 mm e 50 mm) foi do primeiro ao sexto mês do ano (janeiro a junho), quando ocorre quase 65% do total anual da precipitação (Tabela 1).

O ano hidrológico, determinado segundo a metodologia usada por Moster et al. (2003), que compreende os 12 meses de armazenamento de água no solo, em que o armazenamento inicial e final possuem valores mínimos e com tendência a zero, sendo agosto considerado como o mês inicial do ano hidrológico (menor valor para $P-ET_0$) e julho o final, sendo que a evapotranspiração potencial (ET_0) e a real (ET_r) foram determinadas pelo balanço hídrico do solo segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), visualizado nas Tabelas 4 e 5 e Figuras 11 e 12.

O período úmido do ano hidrológico vai de outubro a junho (primeiro e último mês seguido, em que $P-ET_0$ é positivo), quando ocorrem 86,88% da precipitação do ano hidrológico, sendo esses meses considerados de transição, junho para o período seco e outubro para o período chuvoso. Já o período seco compreende os meses de julho a setembro, quando ocorre um déficit hídrico no solo, tanto para CAD de 30 mm como para CAD de 50 mm, de conformidade com as Tabelas 4 e 5 e Figuras de 13 a 16.

O déficit hídrico no solo para CAD de 30 mm é maior do que para CAD de 50 mm, o que significa que para culturas que são sensíveis a pequenas diferenças entre a capacidade de campo e o ponto de murcha, em função da pouca profundidade radicular, os meses de julho a setembro são críticos, e deve ser usada a prática de irrigação, na região do entorno de Manaus, inclusive nos meses de junho e outubro, que podem ser considerados como meses de transição para o período de seca e umidade do solo, respectivamente, onde os cuidados com o fornecimento de água no plantio ou semeadura devem ser redobrados, e o produtor deve estar atento ao planejamento do seu plantio (Tabelas 4 e 5 e Figuras de 13 a 16).

Tabela 4. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), com base nas médias da série histórica de 1971-2010, medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rodovia AM-010 para CAD de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.

Mês	Temp. Média (°C)	Evapotranspiração Potencial (ETo)	Precipitação P	P – ETo	Negativo acumulado
(mm)					
Janeiro	25,6	114,5	271,4	156,8	0,0
Fevereiro	25,6	106,2	298,4	192,2	0,0
Março	25,7	122,3	328,1	205,9	0,0
Abril	25,8	124,2	329,7	205,4	0,0
Mai	25,8	132,7	277,5	144,7	0,0
Junho	25,7	127,0	169,2	42,2	0,0
Julho	25,6	129,9	120,0	-9,9	-9,9
Agosto	26,2	137,5	110,0	-27,4	-37,3
Setembro	26,6	136,2	113,2	-23,0	-60,3
Outubro	26,7	139,4	160,5	21,1	-5,3
Novembro	26,6	128,0	190,8	62,7	0,0
Dezembro	26,0	121,1	242,4	121,3	0,0
Ano	26,0	1.519,0	2.611,2	1.092,0	-
Mês	Armazenamento	Alteração	Evapotranspiração Real (ETr)	Excedente	Deficiência
(mm)					
Janeiro	30,0	0,0	114,5	156,8	0,0
Fevereiro	30,0	0,0	106,2	192,2	0,0
Março	30,0	0,0	122,3	205,9	0,0
Abril	30,0	0,0	124,2	205,4	0,0
Mai	30,0	0,0	132,7	144,7	0,0
Junho	30,0	0,0	127,0	42,2	0,0
Julho	21,6	-8,4	128,4	0,0	1,5
Agosto	8,6	-13,0	123,0	0,0	14,4
Setembro	4,0	-4,6	117,9	0,0	18,4
Outubro	25,1	21,1	139,4	0,0	0,0
Novembro	30,0	4,9	128,0	57,9	0,0
Dezembro	30,0	0,0	121,1	121,3	0,0
Ano	-	-	1.484,7	1.126,4	34,3

Tabela 5. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), com base nas médias da série histórica 1971-2010, medido na estação agrometeorológica localizada no Km 29 da Rodovia AM-010 para CAD de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.

Mês	Temp. Média (°C)	Evapotranspiração Potencial (ETo)	Precipitação P	P – ETo	Negativo acumulado
(mm)					
Janeiro	25,6	114,5	271,4	156,8	0,0
Fevereiro	25,6	106,2	298,4	192,2	0,0
Março	25,7	122,3	328,1	205,9	0,0
Abril	25,8	124,2	329,7	205,4	0,0
Mai	25,8	132,7	277,5	144,7	0,0
Junho	25,7	127,0	169,2	42,2	0,0
Julho	25,6	129,9	120,0	-9,9	-9,9
Agosto	26,2	137,5	110,0	-27,4	-37,3
Setembro	26,6	136,2	113,2	-23,0	-60,3
Outubro	26,7	139,4	160,5	21,1	-16,3
Novembro	26,6	128,0	190,8	62,7	0,0
Dezembro	26,0	121,1	242,4	121,3	0,0
Ano	26,0	1.519,0	2.611,2	1.092,0	-

Mês	Armazenamento	Alteração	Evapotranspiração Real (ETr)	Excedente	Deficiência
(mm)					
Janeiro	50,0	0,0	114,5	156,8	0
Fevereiro	50,0	0,0	106,2	192,2	0
Março	50,0	0,0	122,3	205,9	0
Abril	50,0	0,0	124,2	205,4	0
Mai	50,0	0,0	132,7	144,7	0
Junho	50,0	0,0	127,0	42,2	0
Julho	41,0	-9,0	128,9	0,0	0,9
Agosto	23,7	-17,3	127,4	0,0	10,1
Setembro	15,0	-8,7	122,0	0,0	14,3
Outubro	36,1	21,1	139,4	0,0	0
Novembro	50,0	13,9	128,0	48,8	0
Dezembro	50,0	0	121,1	121,3	0
Ano	-	-	1.493,7	1.117,3	25,3

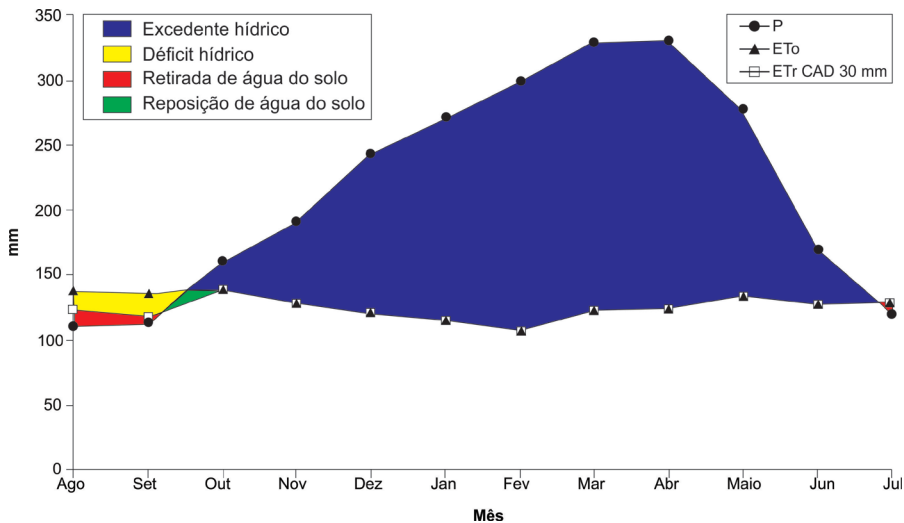


Figura 11. Balanço hídrico para o ano hidrológico da série histórica 1971-2010, pelo método de Moster et al. (2003), medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 para CAD de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.

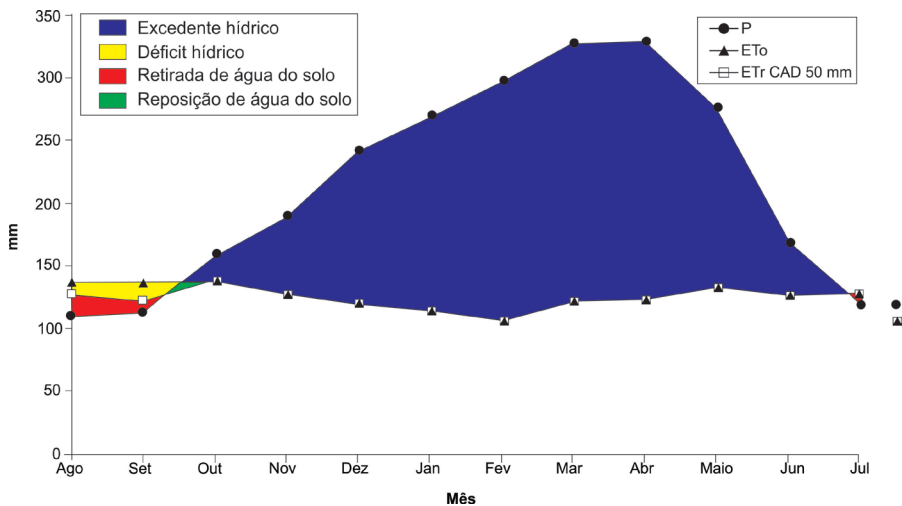
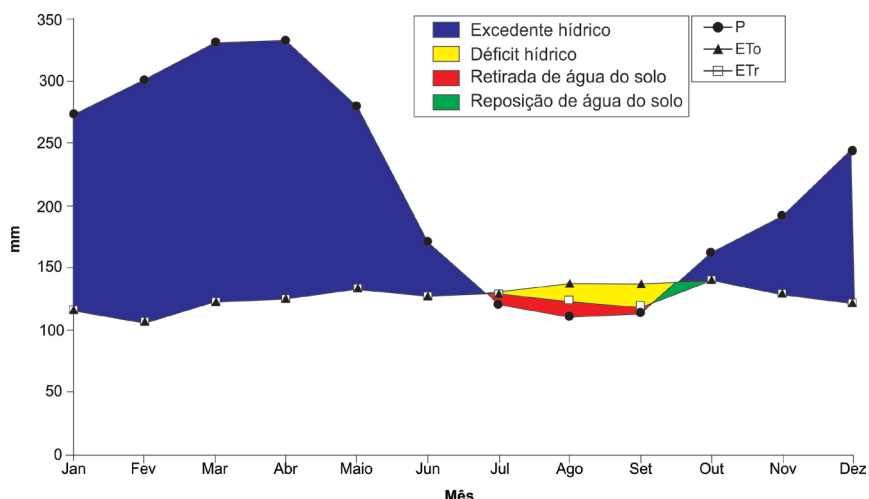
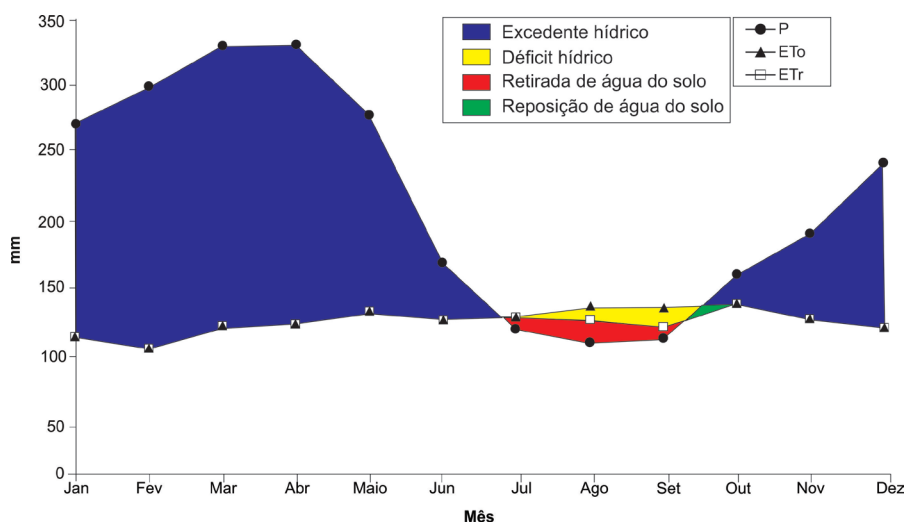


Figura 12. Balanço hídrico para o ano hidrológico da série histórica 1971-2010, pelo método de Moster et al. (2003), medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010, para CAD de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.



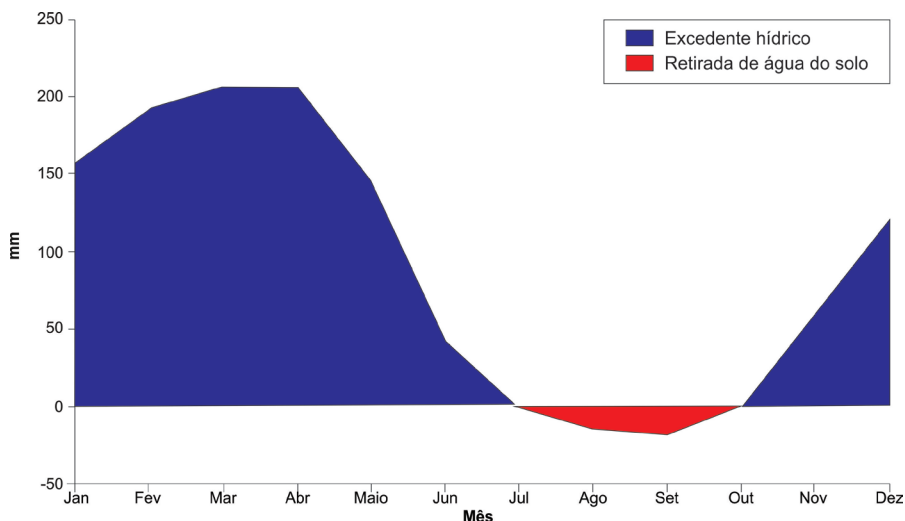
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 13. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), com base nas médias dos parâmetros da série histórica 1971-2010, medido na estação agrometeorológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 e CAD de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.



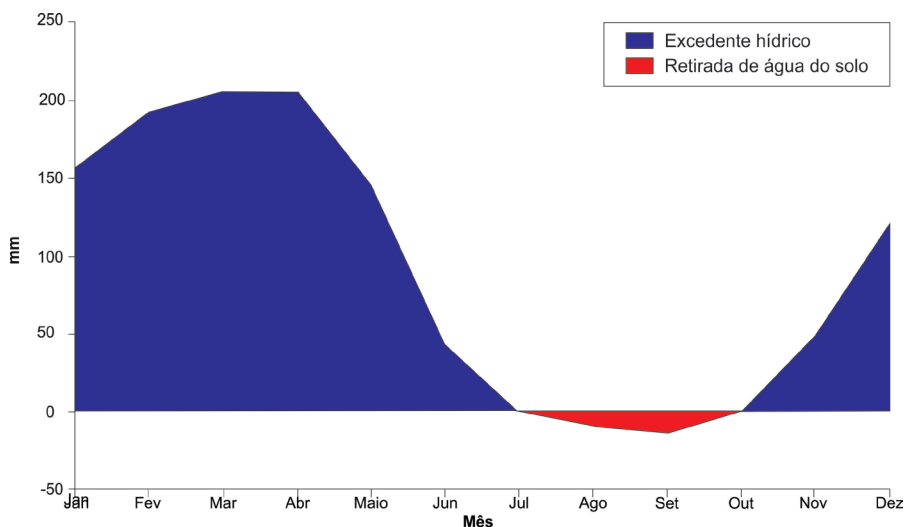
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 14. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), com base nas médias da série histórica 1971-2010, medido na estação agrometeorológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 e CAD de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 15. Extrato do balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), da série histórica 1971-2010, medido na estação agrometeorológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 para CAD de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 16. Extrato do balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), da série histórica 1971-2010, medido na estação agrometeorológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 para CAD de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.

Umidade relativa do ar

A média mensal da umidade relativa do ar (UR) da série histórica 1971-2010 foi de 86,4% ao mês. A menor média mensal da umidade relativa do ar diária da série histórica ocorreu em setembro (82,8%) e a maior em abril (89,1%), configurando-se nos meses menos úmido e mais úmido, respectivamente, sendo que abril foi também o mês com maior média mensal de precipitação (331,3 mm) e setembro o de maior média para a temperatura máxima (33,1 °C) e a segunda maior temperatura média mensal (26,6 °C) que contribui para o aumento da capacidade de saturação do ar, que, por sua vez, demanda maior quantidade de vapor d'água para sua saturação, sendo que a média mensal da precipitação, em setembro, foi a segunda menor (113,2 mm) e o saldo do balanço de água no solo foi negativo nesse mês (Tabela 1 e Figuras de 13 a 17).

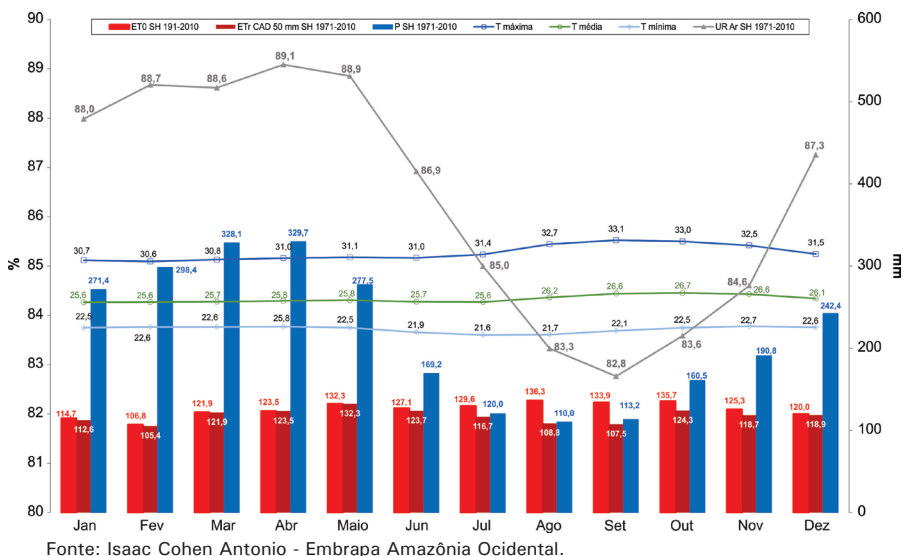


Figura 17. Médias mensais da umidade relativa e temperaturas do ar, da precipitação, evapotranspiração potencial e evapotranspiração real para CAD de 50 mm, calculadas pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) da série histórica de 1971 a 2010.

De acordo com as Figuras de 45 a 56 do Apêndice, nos meses de janeiro da série, a maior média mensal de UR registrada foi de 93,5% em 2001 e a menor foi de 81,7% em 1983. Nos meses de fevereiro, a maior média mensal de UR registrada foi de 93,1% em 2004 e a menor foi de 78,4% em 1980. Nos meses de março, a maior média mensal de UR registrada foi de 93,1% em 2005 e a menor foi de 83,6% em 2008. Nos meses de abril, a maior média mensal da UR registrada foi de 93,6% em 2005 e a menor foi de 83,2% em 2008. Nos meses de maio, a maior média mensal da UR registrada foi de 92,9% em 1989 e a menor foi de 83,8% em 1993. Nos meses de junho, a maior média mensal da UR registrada foi de 93,2% em 2001 e a menor foi de 80,7% em 1993. Nos meses de julho, a maior média mensal da UR registrada foi de 92,1% em 1986 e a menor foi de 75,0% em 1987. Nos meses de agosto, a maior média mensal da UR registrada foi de 90,6% em 1987 e a menor foi de 72,3% em 1977. Nos meses de setembro, a maior média mensal da UR registrada foi de 94,4% em 1992, sendo esta a maior média mensal de toda a série, e a menor foi de 68,1% em 1976, a menor média de toda a série. Nos meses de outubro, a maior média mensal da UR registrada foi de 94,3% em 1992 e a menor foi de 75,4% em 2009. Nos meses de novembro, a maior média mensal da UR registrada foi de 91,3% em 1988 e a menor foi de 73,3% em 2009. Nos meses de dezembro, a maior média mensal da UR registrada foi de 93,2% em 2005 e a menor foi de 77,4% em 1971.

Nos registros diários, a menor média diária da umidade relativa do ar registrada na série histórica 1971-2010, no mês de janeiro, foi 59% em 1987 e a maior foi 99% em 1989, 1990, 2006 e 2007. No mês de fevereiro, a menor foi 64% em 1980 e a maior, 99% em 1987. Em março, a menor foi 66% em 1980 e 2009 e a maior foi 99% nos anos de 1985, 1990 e 1995. Em abril, a menor foi 71% em 1984 e a maior foi 99% em 1989, 1994, 1999, 2000 e 2005. Em maio, a menor foi 67% em 1987 e 99% a maior nos anos de 1989, 2001 e 2006. Em junho, 61% em 1987 e 99% em 1988. Em julho, 63% em 1977 e 99% em 2010. Em agosto, 58% em 1976 e 99,2% em 2007. Em

setembro, 55% em 1976 e 99% em 1986, 1992 e 2007. Em outubro, 60% em 1990 e 90,6% em 2006 e 2009. Em novembro, 53% em 1990, sendo esta a menor média diária de toda a série, e 99,2% em 2010 e em dezembro a menor média diária da umidade relativa do ar registrada na série histórica foi 63% nos anos de 1971, 1990 e 2009 e a maior foi 99,8% em 2010, sendo esta a maior média diária registrada em toda a série.

Evaporação medida com evaporímetro de Piche

A média mensal da evaporação da série histórica 1976-2010, medida pelo evaporímetro de Piche, foi de 814,3 mm ao mês e 67,9 mm ao dia. A menor média mensal da evaporação de Piche da série histórica ocorreu em abril (49,1 mm), que foi o mês mais úmido, devido à maior média mensal de precipitação (329,7 mm) e 23 dias de chuva em média, que elevou a umidade relativa do ar, contribuindo para o aumento da saturação de vapor do ar, que, por sua vez, influencia diretamente na evaporação: quanto mais saturado o ar, menor a evaporação.

A maior média mensal da evaporação foi em setembro (90,9 mm), que também foi o mês menos úmido, devido ao menor número de dias de chuva (13 dias) e o segundo em menor volume de chuva (113,2 mm) deixando o ar mais seco. A maior média mensal da velocidade do vento a 2 m de altura deslocou massas de ar úmido e contribuiu para o maior volume de evaporação. A temperatura do ar com a maior média mensal da temperatura máxima (33,1 °C) e a segunda maior média mensal da temperatura do ar (26,6 °C) de toda a série contribuiu para o aumento da pressão de vapor para a saturação do ar, fazendo com que o ar recebesse maior volume de vapor (Tabela 1 e Figuras 17 e 18). Essa combinação de pouca chuva, mais vento, menor umidade relativa do ar e temperaturas mais elevadas atribuiu ao mês de setembro o de maior perda de água por evaporação.

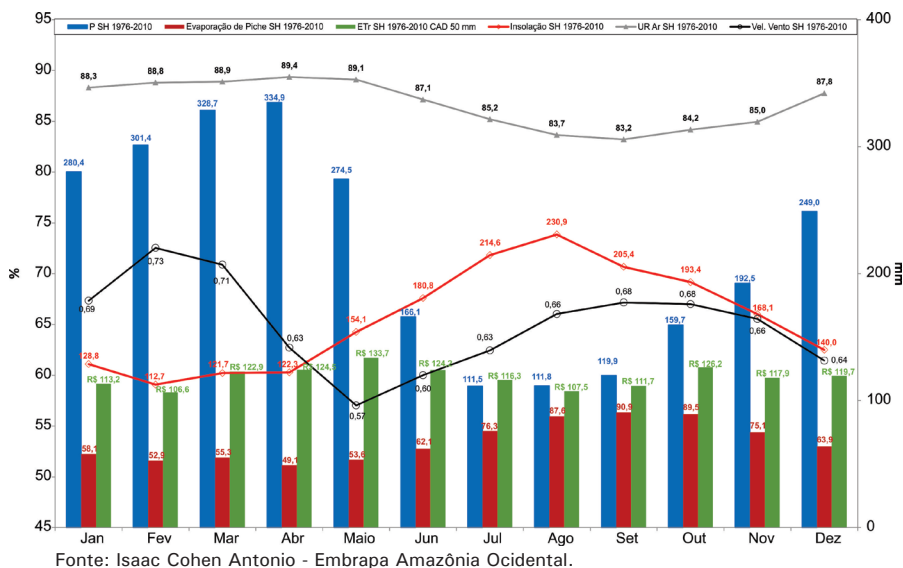


Figura 18. Totais mensais da precipitação, evaporação de Piche, evapotranspiração real calculada pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), CAD de 50 mm e médias mensais da insolação e velocidade do vento da série histórica de 1976 a 2010.

De acordo com as Figuras 57 a 68 (Apêndice), nos meses de janeiro da série histórica, a maior média mensal da evaporação de Piche registrada foi de 119,1 mm em 1983 e a menor foi de 19,0 mm em 1979, sendo esta a menor média mensal de toda a série. Nos meses de fevereiro, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 96,5 mm em 1983 e a menor foi de 34,1 mm em 1994. Nos meses de março, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 89,0 mm em 1983 e a menor foi de 25,3 mm em 2005. Nos meses de abril, a maior média mensal de evaporação registrada foi de 73,8 mm em 1985 e a menor foi de 32,7 mm em 1988. Nos meses de maio, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 82,5 mm em 1997 e a menor foi de 33,9 mm em 1988. Nos meses de junho, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 92,3 mm em 2005 e a menor foi de 46,9 mm em 1989. Nos meses de julho, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 108,3 mm em 1979 e a menor foi de 51,2 mm em 1996. Nos meses de agosto, a maior média mensal da

evaporação registrada foi de 128,5 mm em 1976 e a menor foi de 59,5 mm em 1992. Nos meses de setembro, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 152,5 mm em 1976, sendo essa a maior média mensal de toda a série, e a menor foi de 46,6 mm em 2005. Nos meses de outubro, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 134,8 mm em 2004 e a menor foi de 45,3 mm em 1983. Nos meses de novembro, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 121,3 mm em 1999 e a menor foi de 45,1 mm em 1994. Nos meses de dezembro, a maior média mensal da evaporação registrada foi de 114,9 mm em 1989 e a menor foi de 19,3 mm em 1978.

Nos registros diários, a menor média diária da evaporação de Piche registrada na série histórica 1971-2010, no mês de janeiro, foi 0,1 mm em 1979 e a maior 7,9 mm em 1998. No mês de fevereiro, a menor foi 0,0 mm em 1976 e a maior 8,5 mm em 2006. Em março, a menor foi 0,0 mm em 1976 e a maior foi 8,5 mm em 2006. Em abril, a menor foi 0,0 mm em 1991 e 1995, a maior foi 4,9 mm em 2005. Em maio, a menor foi 0,0 mm nos anos 1976, 1981, 1982 e 1995 e a maior 6,0 mm em 1997. Em junho, 0,1 mm em 1978 e 8,2 mm em 2007. Em julho, 0,1 mm em 1983 e 7,8 mm em 2006. Em agosto, 0,1 mm em 1979 e 1992 e a maior 8,1 mm em 1976. Em setembro, a menor 0,2 mm em 1977 e 2005 e a maior 9,3 mm em 1976. No mês de outubro, a menor evaporação 0,2 mm em 1995 e a maior 10,5 mm em 2004, sendo essa a maior evaporação diária registrada da série. Em novembro, foi 0,0 mm em 1980 e 9,7 mm em 2004 e em dezembro, a menor evaporação diária registrada na série histórica foi 0,1 mm no ano de 1983 e a maior foi 7,4 mm em 1989.

Brilho solar

A série histórica de 40 anos da insolação iniciou-se em 1972, quando foi instalado o heliógrafo na estação agrometeorológica localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental no Km 29 da Rodovia AM-010. A média mensal da insolação da série histórica 1972-

2011, medida no heliógrafo, foi de 162,5 horas ao mês e 5,3 horas ao dia. A média do total anual de brilho solar da série histórica foi de 1.950 horas (Tabela 1).

A menor média mensal da insolação da série histórica ocorreu em fevereiro, no total de 109,0 horas de brilho solar, sendo que março ficou com a menor média de insolação diária (3,8 horas por dia). As maiores médias, mensal e diária, da insolação na série ocorreram em agosto, no total de 230,8 horas de brilho solar e a média de 7,4 horas de insolação por dia (Tabela 1 e Figura 19).

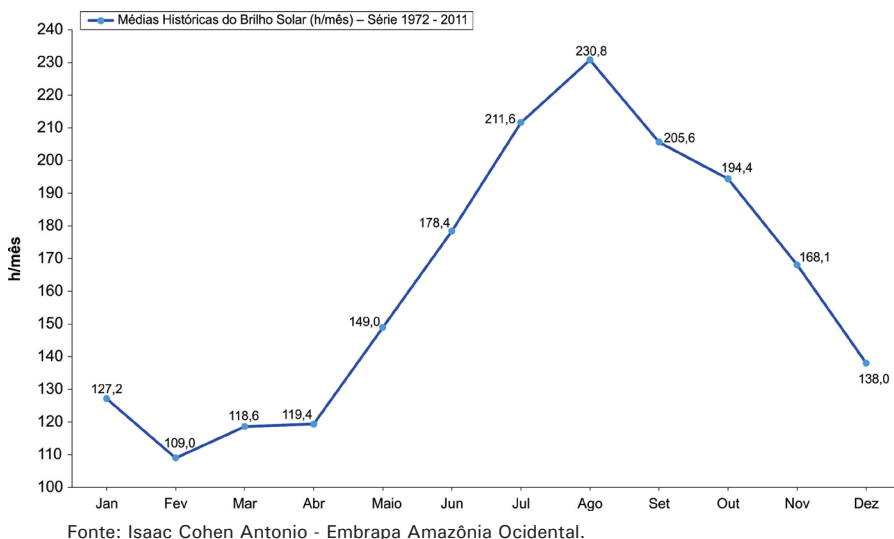


Figura 19. Médias mensais do brilho solar da série histórica de 1972 a 2011.

De acordo com as Figuras 69 a 80 (Apêndice), nos meses de janeiro e fevereiro da série, a maior média do total mensal da insolação foi registrada em 1983, sendo 221,2 e 187,3 horas, respectivamente; e a menor foi de 57 horas em 2009 em janeiro e 63,2 horas em 1989. Nos meses de março, a maior média mensal do total da insolação registrada foi de 155,5 horas em 2003 e a menor foi de 28,6 horas em 1974, sendo essa a menor média mensal de toda a série. Nos meses de abril,

a maior média mensal registrada foi de 173,9 horas em 1985 e a menor foi de 71,3 horas em 1987. Nos meses de maio, a maior média mensal do total de insolação registrada foi de 218,7 horas em 1983 e a menor foi de 65 horas em 2011. Nos meses de junho, a maior média mensal da insolação registrada foi de 228,4 horas em 1996 e a menor foi de 115,3 horas em 2009. Nos meses de julho, a maior média mensal do total de insolação registrada foi de 267,6 horas em 1997 e a menor foi de 151,1 horas em 1989. Nos meses de agosto, a maior média mensal registrada da insolação foi de 292 horas em 1986, sendo essa a maior média mensal de toda a série, e a menor foi de 165 horas em 2007. Nos meses de setembro, a maior média mensal da insolação registrada foi de 249,7 horas em 1975, e a menor foi de 152,9 horas em 2008. Nos meses de outubro, a maior média mensal registrada foi de 249,1 horas em 2001 e a menor foi de 125,2 horas em 1983. Nos meses de novembro, a maior média mensal registrada foi de 245 horas em 1991 e a menor foi de 111,1 horas em 2008. Nos meses de dezembro, a maior média mensal do total de insolação registrada foi de 206,1 horas de brilho solar em 1998 e a menor foi de 88,1 horas em 1983.

Nos registros diários, a maior insolação diária registrada na série histórica 1971-2010, no mês de janeiro, foi 11,4 horas no dia 25 de 1985 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. No mês de fevereiro, a maior foi 11,3 horas no dia 7 de 1980 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em março, a maior foi 11,3 horas no dia 12 de 1978 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em abril, a maior foi 11,3 horas nos dias 15 de 1985 e 17 de 2003 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em maio, a maior foi 11,2 horas nos dias 23 do ano de 1973, 7 de 1977, 29 de 1991 e 31 de 1991, a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em junho, a maior foi 11,2 horas nos dias 3 do ano de 1973, 28 de 1979 e 23 de 1981, a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em julho, a maior foi 11,3 horas no dia 7 de 1974 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em agosto, a maior registrada foi 11,4 horas no dia 8 de 1975 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em setembro, a maior registrada

foi 11,6 horas no dia 17 de 1975, sendo essa a maior insolação diária registrada da série e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em outubro, a maior registrada foi 11,4 horas no dia 26 de 2001 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos. Em novembro, a maior registrada foi 11,4 horas no dia 13 de 2000 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos e em dezembro, a maior insolação diária registrada foi 11,3 horas no dia 22 de 1995 e a menor foi 0,0 hora em inúmeros dias de vários anos.

Velocidade do vento

A série histórica de 40 anos (1971-2010) da velocidade do vento, registrada a 2 m acima do solo pelo anemômetro de três conchas em alumínio, na estação agrometeorológica localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da Rodovia AM-010, teve como média geral a velocidade diária do $0,66 \text{ m.s}^{-1}$ (Tabela 1) ou $2,36 \text{ km.h}^{-1}$, que representa baixa incidência de ventos e/ou ventos de baixa velocidade.

A menor média mensal da velocidade do vento, na série histórica, ocorreu em maio ($0,57 \text{ m.s}^{-1}$ ou $2,06 \text{ km.h}^{-1}$), sendo que em fevereiro ocorreu a maior média mensal da velocidade do vento ($0,73 \text{ m.s}^{-1}$ ou $2,64 \text{ km.h}^{-1}$), de acordo com a Tabela 1 e a Figura 20.

Observando as variações mensais da média diária da velocidade do vento nas Figuras 81 a 92 (Apêndice), nos meses de janeiro da série, a maior média diária foi em 1977, com $1,09 \text{ m.s}^{-1}$, e a menor, em 2009 ($0,18 \text{ m.s}^{-1}$); em fevereiro, a maior média diária foi $1,12 \text{ m.s}^{-1}$ em 1983 e a menor $0,31 \text{ m.s}^{-1}$ em 2008; nos meses de março, a maior média diária da velocidade do vento foi $1,12 \text{ m.s}^{-1}$ em 1978 e a menor média, $0,33 \text{ m.s}^{-1}$, em 2008; nos meses de abril, a maior média foi de $0,96 \text{ m.s}^{-1}$ em 1985 e a menor foi de $0,23 \text{ m.s}^{-1}$ em 1971; nos meses de maio, a maior média registrada foi de $0,90 \text{ m.s}^{-1}$ em 1981 e a menor foi de $0,18 \text{ m.s}^{-1}$ em 2006; nos meses de junho, a maior média foi $0,89 \text{ m.s}^{-1}$ em 1979 e a menor foi $0,30 \text{ m.s}^{-1}$ em 2010; nos meses de julho, a maior foi $1,02 \text{ m.s}^{-1}$ em 1979 e a menor foi $0,34 \text{ m.s}^{-1}$ em 2010;

em agosto, a maior média foi $1,12 \text{ m.s}^{-1}$ em 1976 e a menor foi $0,345 \text{ m.s}^{-1}$ em 2007; nos meses de setembro, a maior média foi $1,19 \text{ m.s}^{-1}$ em 1976 e a menor foi $0,34 \text{ m.s}^{-1}$ em 2007; nos meses de outubro, a maior foi $1,06 \text{ m.s}^{-1}$, em 1978, e a menor foi $0,37 \text{ m.s}^{-1}$, em 2008; nos meses de novembro, a maior média registrada foi $0,951 \text{ m.s}^{-1}$ em 1975 e a menor foi $0,30 \text{ m.s}^{-1}$ em 2008 e nos meses de dezembro, a maior média diária da velocidade do vento foi $1,10 \text{ m.s}^{-1}$, em 1974, e a menor foi $0,21 \text{ m.s}^{-1}$ em 1984.

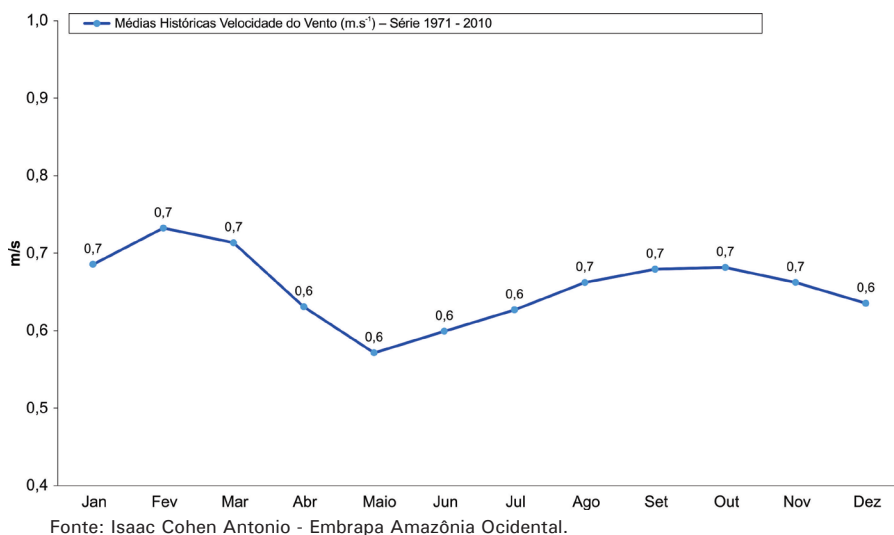


Figura 20. Médias mensais da velocidade do vento da série histórica de 1971 a 2010.

Nos registros diários, a maior velocidade diária do vento registrada na série histórica 1971-2010, no mês de janeiro, foi $2,1 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 27 de 1977, e a menor foi $0,0 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 3 de 2005; no mês de fevereiro, a maior foi $2,1 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 11 de 1973 e no dia 1º de 1977 e a menor foi $0,0 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 21 de 1994; em março, a maior foi $1,9 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 7 de 1978 e no dia 18 de 1980, e a menor foi $0,1 \text{ m.s}^{-1}$ em inúmeros dias de vários anos. Em abril, a maior velocidade diária do vento foi $1,9 \text{ m.s}^{-1}$ nos dias 2 de 1978 e 5 de 1991, e a menor foi $0,005 \text{ m.s}^{-1}$ no dia

19 de 2006; em maio, a maior foi $1,8 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 31 do ano de 1979 e a menor foi $0,02 \text{ m.s}^{-1}$ nos dias 18 de 2006 e 13 de 2010; em junho, a maior foi $1,6 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 5 do ano de 2000 e a menor foi $0,0 \text{ m.s}^{-1}$ em 9 de 1991; em julho, a maior foi $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ nos dias 17 de 1975, 7 de 1989 e 1º de 2002, e a menor foi $0,1 \text{ m.s}^{-1}$ em 22 de 2008; em agosto, a maior registrada foi $2,1 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 27 de 1984 e a menor foi $0,1 \text{ m.s}^{-1}$ em inúmeros dias de vários anos. Em setembro, a maior registrada foi $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 17 de 1991 e a menor foi $0,01 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 3 de 2002. Em outubro, a maior foi $1,8 \text{ m.s}^{-1}$ nos dias 17 de 1974 e 9 de 1976 e a menor foi $0,0 \text{ m.s}^{-1}$ em 24 de 2001. Em novembro, a maior foi $1,6 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 22 de 1982 e a menor foi $0,005 \text{ m.s}^{-1}$ em 12 de 2010; e em dezembro, a maior média diária da velocidade do vento registrada foi $2,3 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 24 de 1975, sendo esta a maior velocidade diária do vento registrada na série, e a menor foi $0,002 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 21 de 2009.

Conclusões

Observando a série histórica e o balanço hídrico da água no solo, elaborados com os dados da série histórica registrados na estação agrometeorológica da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no Km 29 da AM-010, é possível concluir que para o local da estação e sua zona de influência:

1. O ano hidrológico, que compreende o ciclo de 12 meses de armazenamento de água no solo, inicia em agosto e vai até julho.
2. O período úmido do ano hidrológico vai de outubro a junho (primeiro e último mês seguido, em que $P-ET_0$ é positivo), quando ocorre 86,88% da precipitação do ano hidrológico, com os meses de junho e outubro, podendo ser considerados de transição para o período seco e chuvoso, respectivamente.
3. O período chuvoso do calendário juliano (maior soma de valores positivos consecutivos de $P-ET_0$ para CAD de 30 mm e de 50 mm)

de janeiro a junho, quando ocorre quase 65% do total anual da precipitação.

4. Já o período seco do calendário juliano compreende os meses de julho a setembro, quando ocorre um déficit hídrico no solo, tanto para CAD de 30 mm como para CAD de 50 mm.
5. Houve aumento progressivo da precipitação nos meses mais secos (agosto e setembro) nos quatro decênios (1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010). Para os meses mais úmidos essa tendência é observada para os meses de janeiro a maio, porém com uma diminuição do total de precipitação mensal para última década da série (2001-2010) em janeiro, fevereiro e abril.
6. Observa-se nitidamente, nos dados da série, um incremento das temperaturas médias e máximas mensais e um declínio das mínimas mensais e, como consequência, um aumento da amplitude térmica no último decênio (2001-2010).

Referências

AGUIAR NETTO, A. O.; NACIF, P. G. S.; REZENDE, J. O. Avaliação do conceito de capacidade de campo para um latossolo amarelo coeso do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 661-667, 1999.

ALMEIDA, A. T.; OLIVEIRA, A. F. de. Simulação de dados meteorológicos para avaliação de impactos de mudanças climáticas na agricultura. In: MOSTRA DE ESTAGIÁRIOS E BOLSISTAS DA EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, 6., 2010, Campinas. **Resumos...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2010. p. 95-98. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23854/1/p023.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2015.

ALFONSI, R. R.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ARRUDA, F. B.; ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P.; BRUNINI, O. **Métodos agrometeorológicos para controle da irrigação**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1990. 62 p. (Boletim Técnico, 133).

BAENA, A. R. C.; DUTRA, S. **Propriedades físicas dos principais solos da Amazônia Brasileira em condições naturais**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1982. 28 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 33).

CHOW, V. T. **Handbook of applied hydrology**. New York: Mc Graw-Hill, 1964. Disponível em: <<https://books.google.co.in/books?hl=pt-BR&id=6PxOAAAAMAAJ&focus=searchwithinvolume&q=filling+data>> . Acesso em: 11 jul. 2016.

D'AFONSECA, D. S.; HEINEMANN, A. B.; SILVA, S. C. da; MORAES, A. da C. Séries históricas climáticas para os municípios de Rondônia. In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, 6., 2012, Santo Antônio de Goiás. **Resumos apresentados**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. p. 55. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 275). Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/941576/1/55.pdf>> . Acesso em: 8 jul. 2016.

EMBRAPA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus. **Curso sobre aspectos gerais da cultura do guaraná**. Manaus, 1988. 149 p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Documentos, 9).

GUIMARÃES, D. P.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. de; LEÃO, M. S. Tendências de variação da temperatura e da precipitação em 75 anos de observações na estação climatológica principal de Sete Lagoas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Meteorologia e o desenvolvimento sustentável: anais**. Fortaleza: SBMET, 2004. Disponível em: <http://www.cbmet.com/edicoes.php?pageNum_Recordset_busca=12&totalRows_Recordset_busca=694&cgid=22> . Acesso em: 18 jul. 2012> .

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CULF, A. D. Climatic impacts of "friagens" in forested and deforested areas of the Amazon Basin. **Journal of Applied Meteorology**, v. 36, p.1553-1566, 1997.

MOSTER, C.; LIMA, W. de P.; ZAKIA, M. J. B.; CÂMARA, C. D. **Determinação do ano hidrológico visando a quantificação do balanço hídrico em microbacias experimentais**. Piracicaba: IPEF, 2003. 6 p. (IPEF. Circular Técnica, 197).

NIMER, E. Circulação atmosférica do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, p. 232-250, jul.-set. 1966.

OLIVEIRA, F. N. M. de; ARAÚJO, R. L. C. de; CARVALHO, J. da S.; SILVA, C. L. da. Inferência de mudanças climáticas na região de Manaus (AM) usando dados geotermiais e meteorológicos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 24, n. 2, p. 169-187, 2006.

OLIVEIRA, P. J. de; ROCHA, E. J. P. da; FISCH, G.; KRUIJT, B.; RIBEIRO, J. B. M. Efeitos de um evento de friagem nas condições meteorológicas na Amazônia: um estudo de caso. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 4, p. 613-619, 2004.

RASCON, N. J. L.; RIBEIRO, A.; SILVA, M. P.; ALMEIDA, A. Q.; PAIVA, Y. G. Uso de dados meteorológicos do NCEP/NCAR em ambiente SIG para preenchimento de falhas em séries históricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém, PA. **A Amazônia e o clima global: anais**. Belém, PA: SBMET, 2010. Disponível em: <http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/21_31338.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2012.

SALATI, E. As mudanças climáticas e sua influência no regime hidrológico. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL "O PAPEL DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS NA SUSTENTABILIDADE E SEGURANÇA ENERGÉTICA". [Palestra]. São Conrado: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2007. 24 p. Disponível em: <www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-186.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2015.

SATYAMURTY, P.; LIMA, L. C. E. Movimento e intensificação de anticiclones extratropicais na região sul americana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., 1994, Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 1994. p. 75-77.

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.

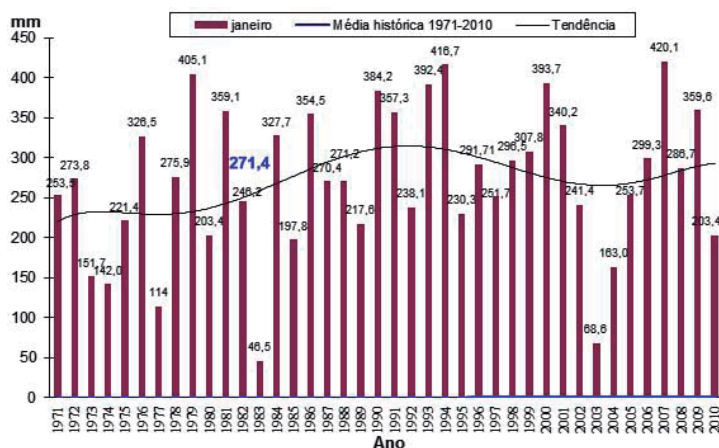
THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New
Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Climatology, v.
8, n. 1).

VIANA, L. P. **Estudo observacional dos eventos de friagens e
tendências climáticas na Bacia Amazônica brasileira**. 2015. 106
f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de
Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **2001-2010: a decade of
climate extremes**. Geneva, Switzerland, 2011. 119 p.

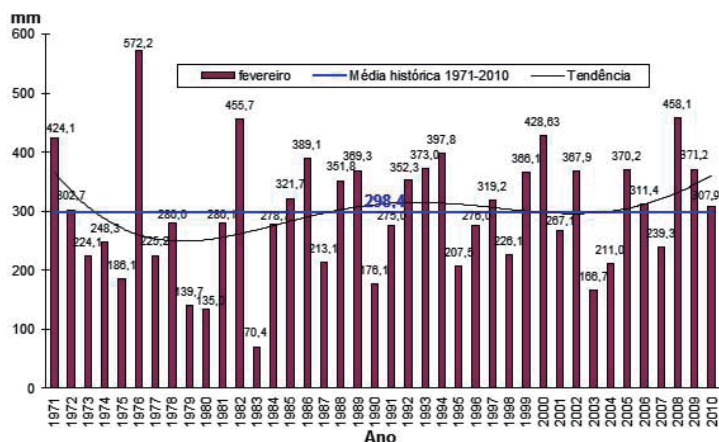
Apêndices

Precipitação



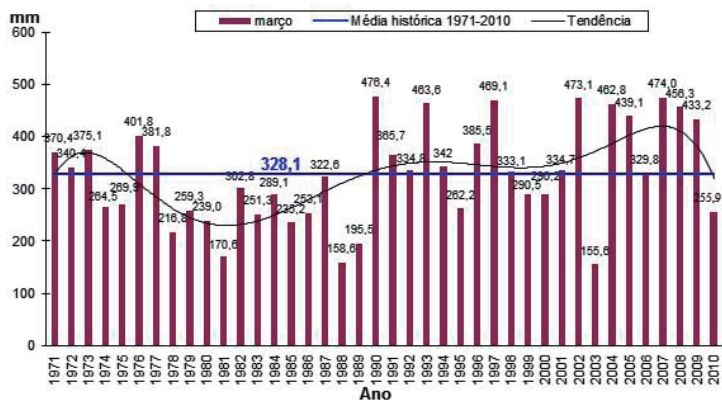
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 21. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de janeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.



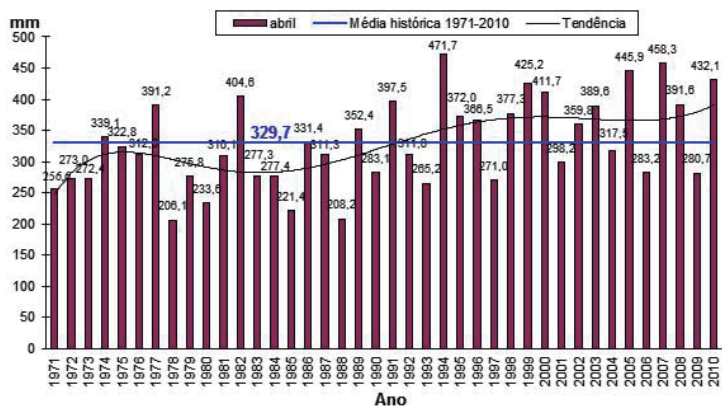
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 22. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de fevereiro. Embrapa Amazônia Ocidental.



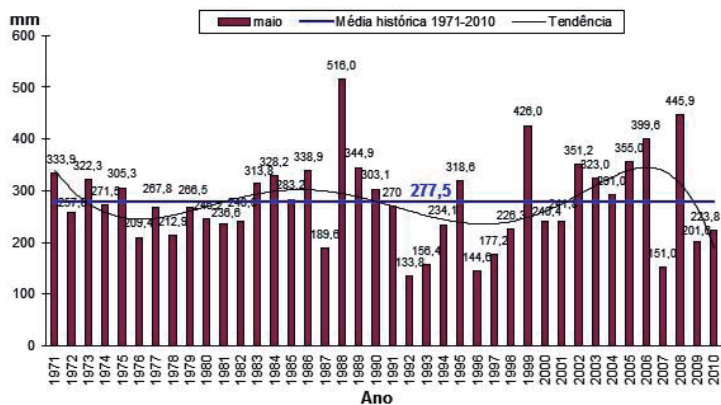
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 23. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de março. Embrapa Amazônia Ocidental.



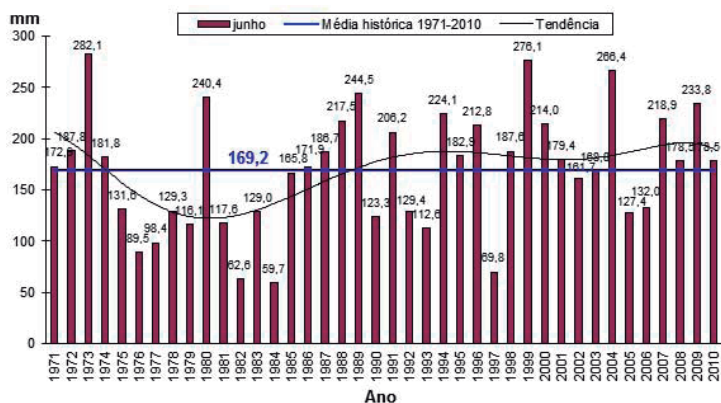
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 24. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de abril. Embrapa Amazônia Ocidental.



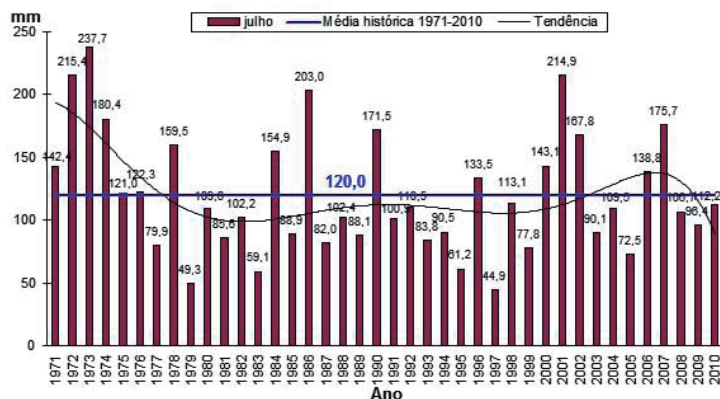
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 25. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de maio. Embrapa Amazônia Ocidental.



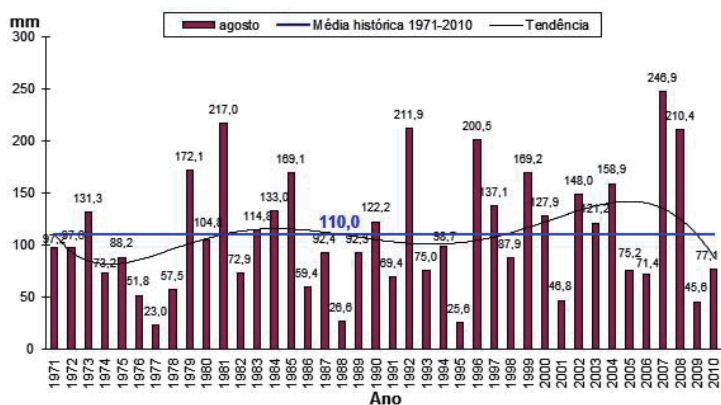
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 26. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de junho. Embrapa Amazônia Ocidental.



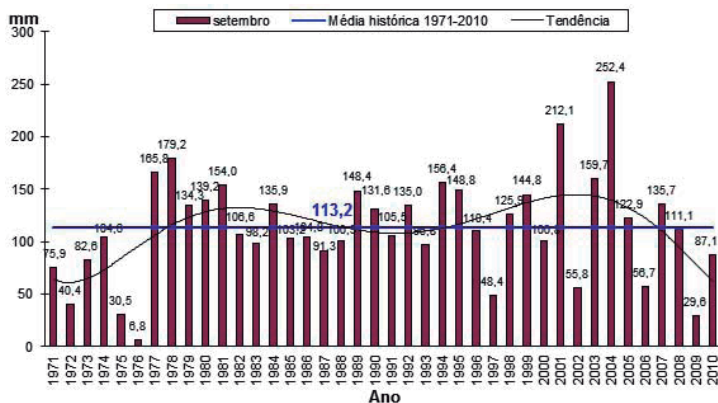
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 27. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de julho. Embrapa Amazônia Ocidental.



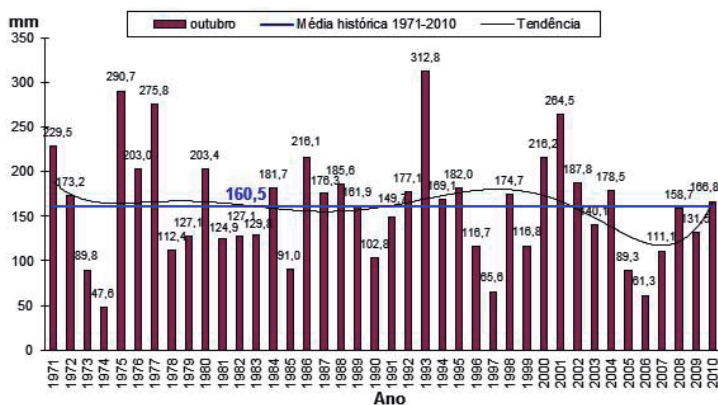
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 28. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de agosto. Embrapa Amazônia Ocidental.



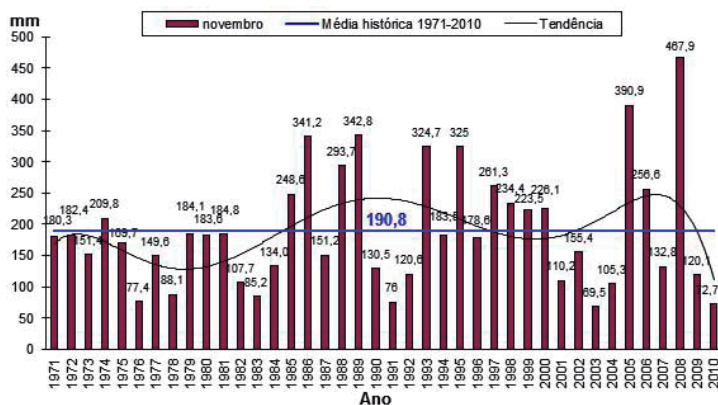
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 29. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de setembro. Embrapa Amazônia Ocidental.



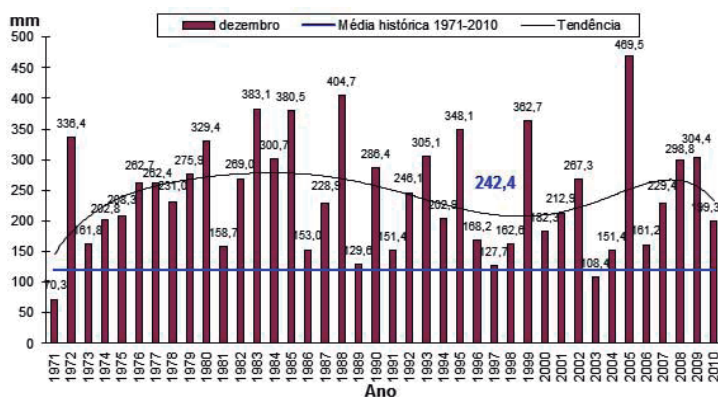
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 30. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de outubro. Embrapa Amazônia Ocidental.



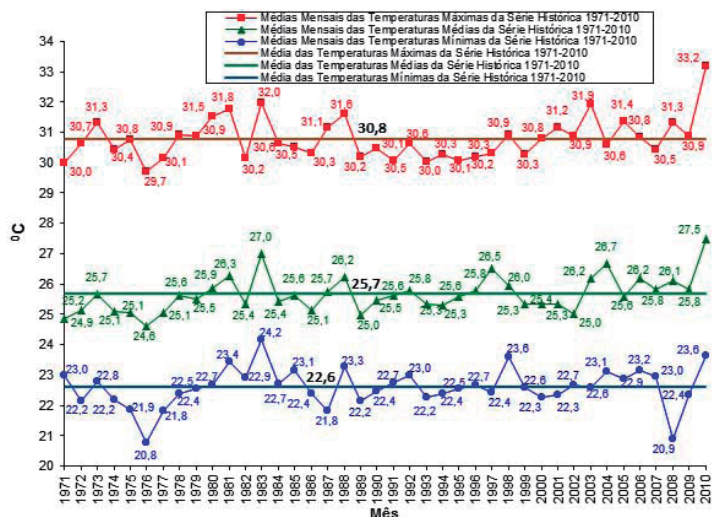
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 31. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de novembro. Embrapa Amazônia Ocidental.



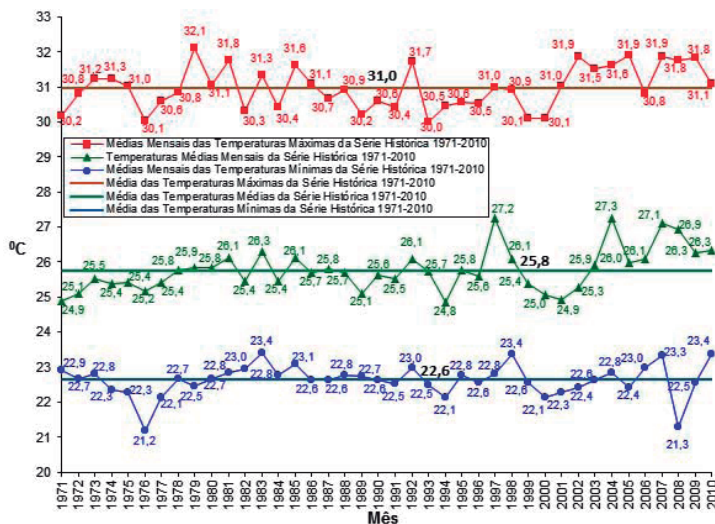
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 32. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de dezembro. Embrapa Amazônia Ocidental.



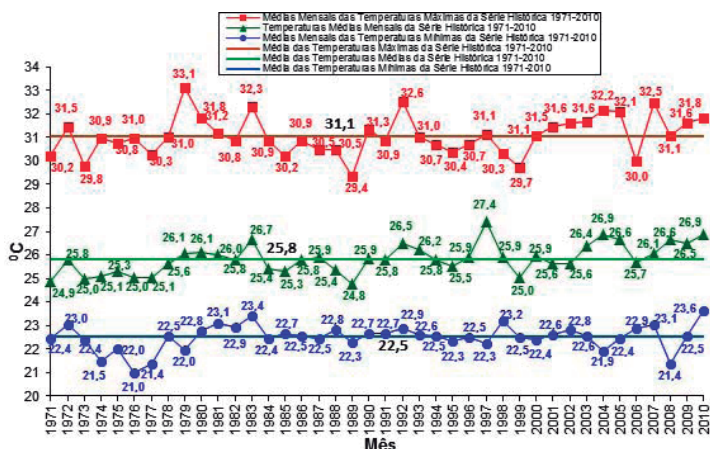
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 35. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de março da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.



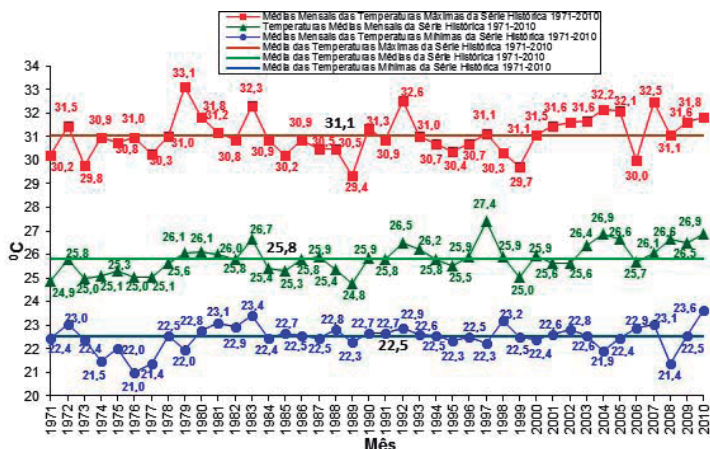
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 36. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de abril da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 37. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de maio da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 38. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de junho da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.

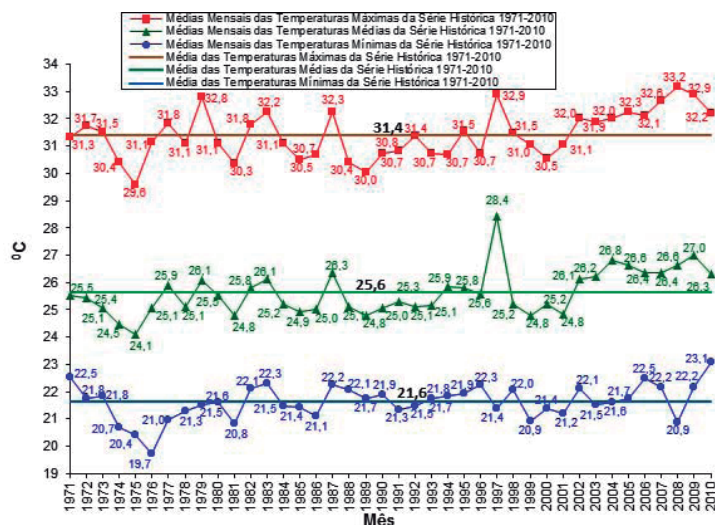


Figura 39. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de julho da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.

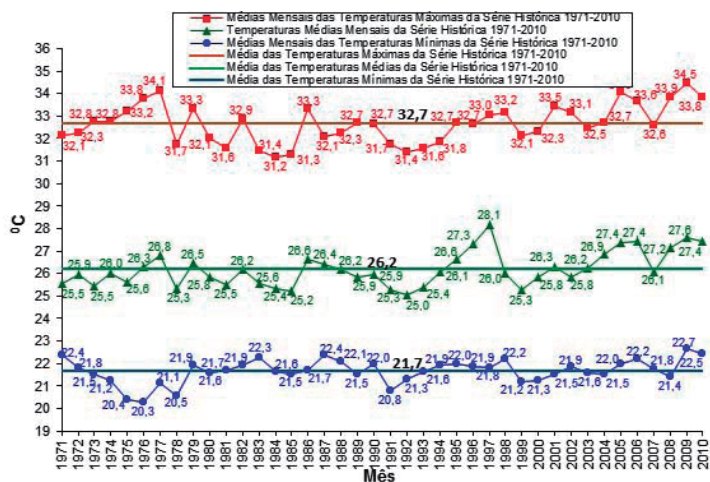


Figura 40. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de agosto da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.

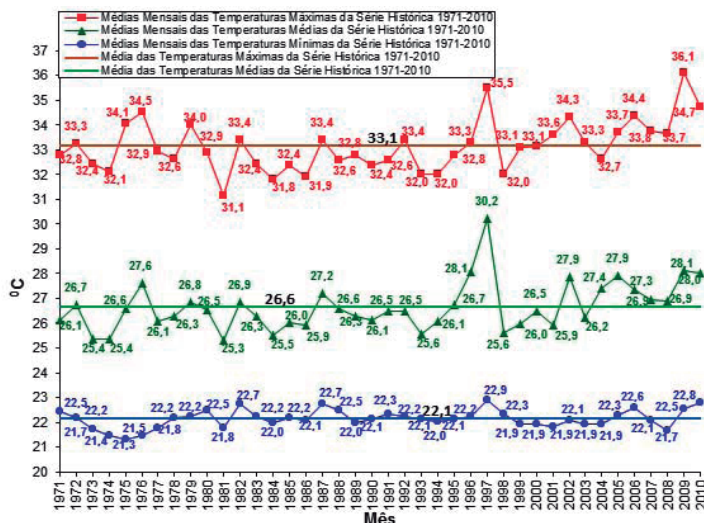


Figura 41. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de setembro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.

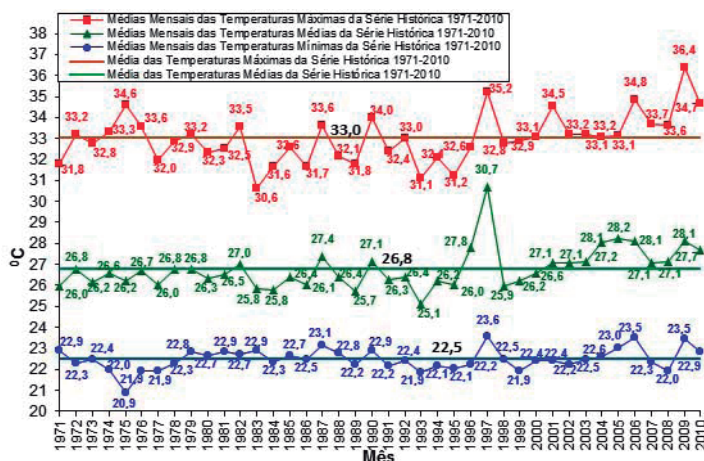
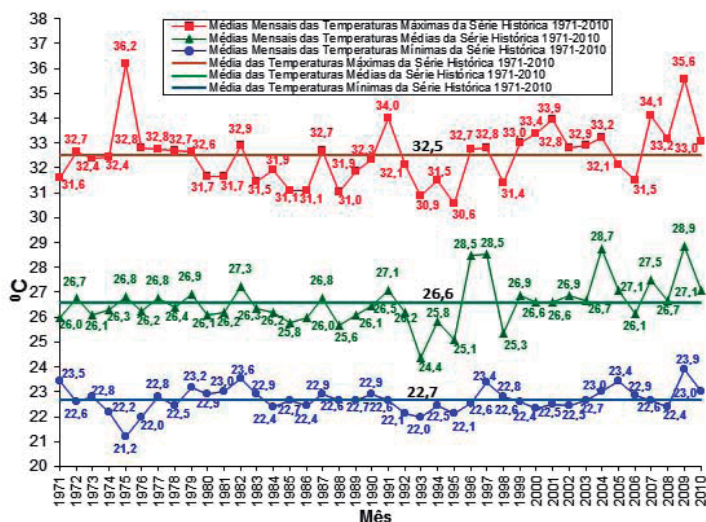
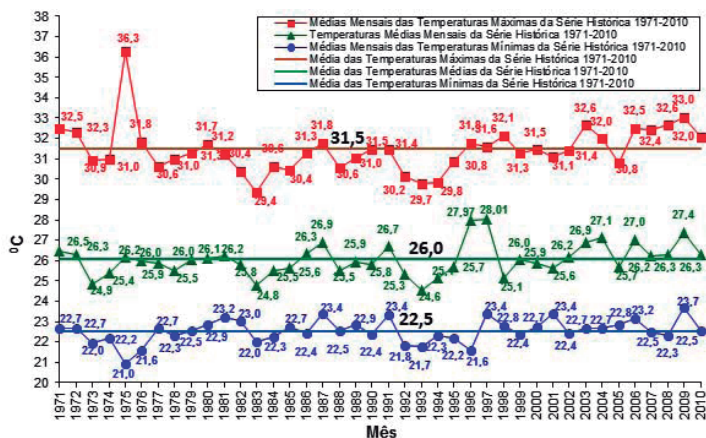


Figura 42. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de outubro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

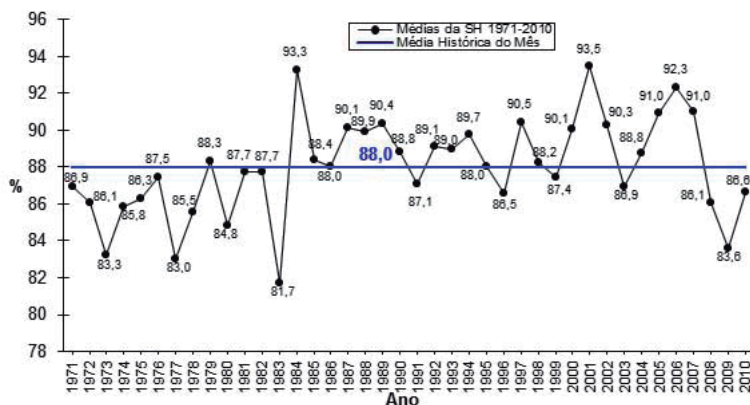
Figura 43. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de novembro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

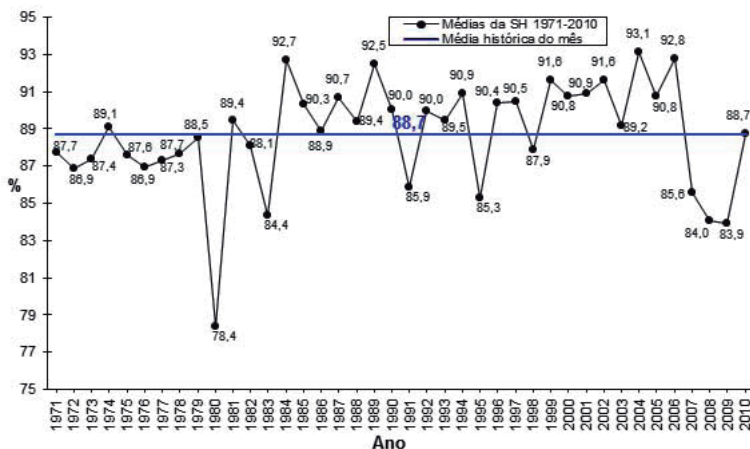
Figura 44. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de dezembro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.

Umidade relativa do ar



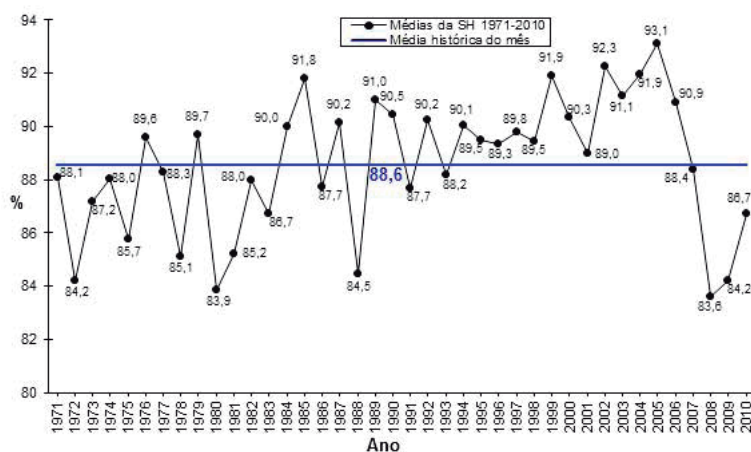
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 45. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de janeiro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



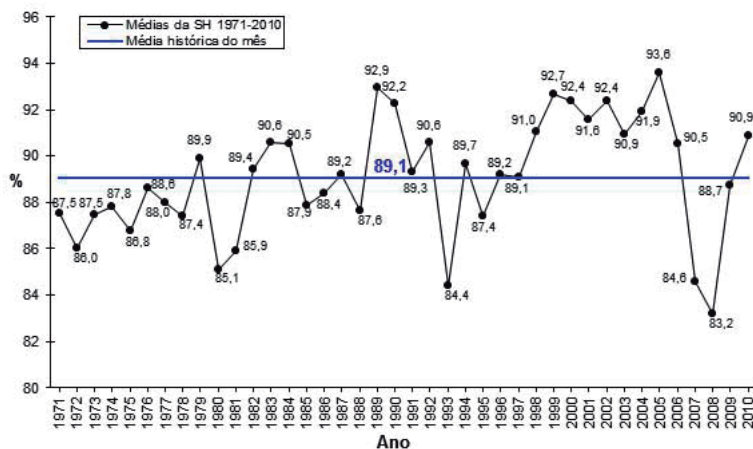
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 46. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de fevereiro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



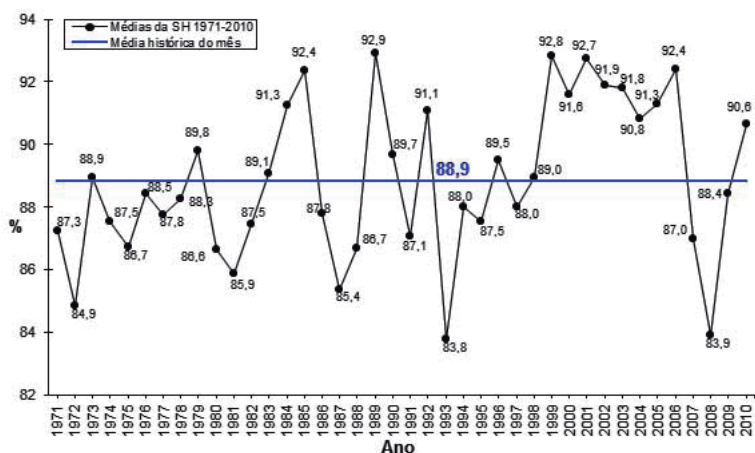
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 47. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de março da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



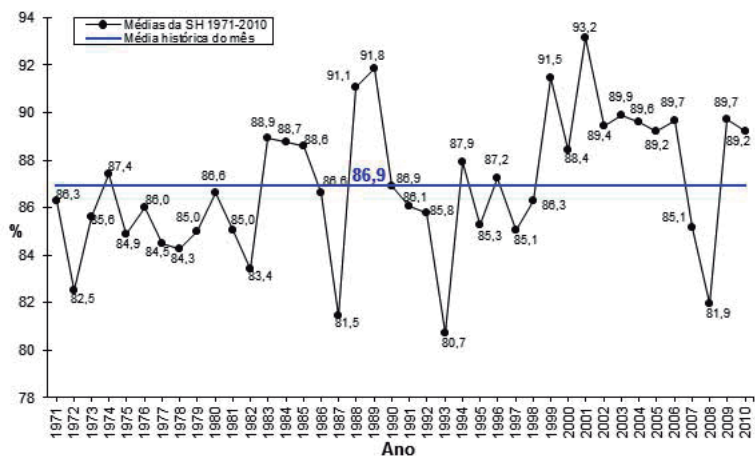
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 48. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de abril da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



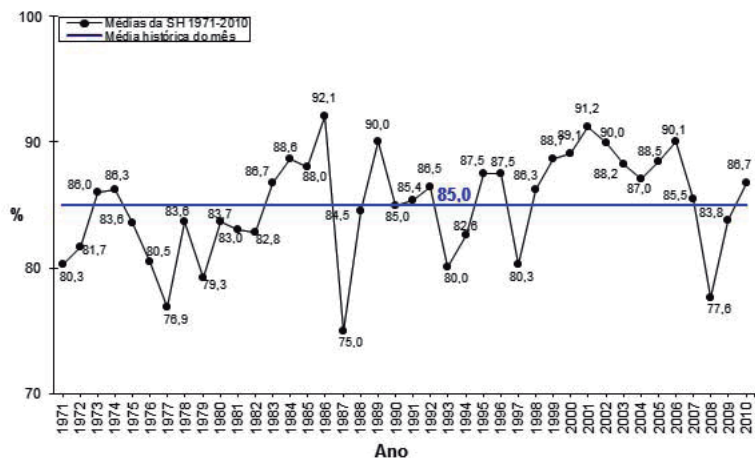
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 49. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de maio da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



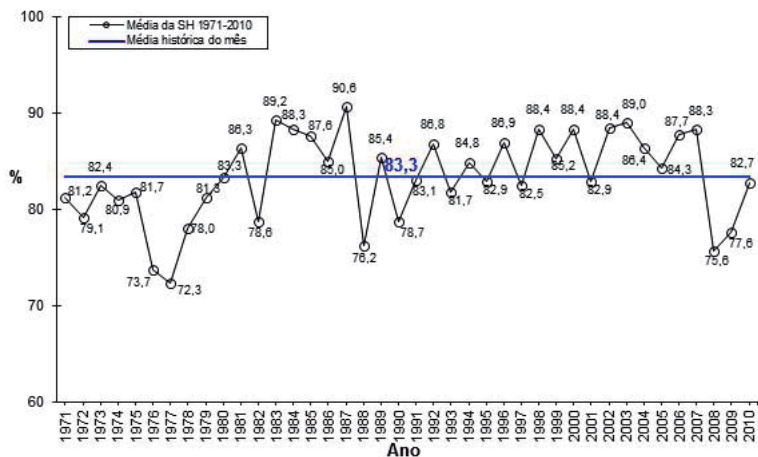
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 50. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de junho da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



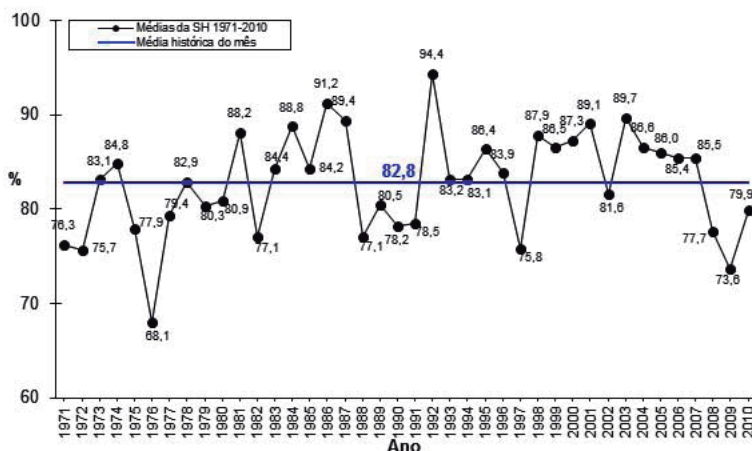
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 51. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de julho da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



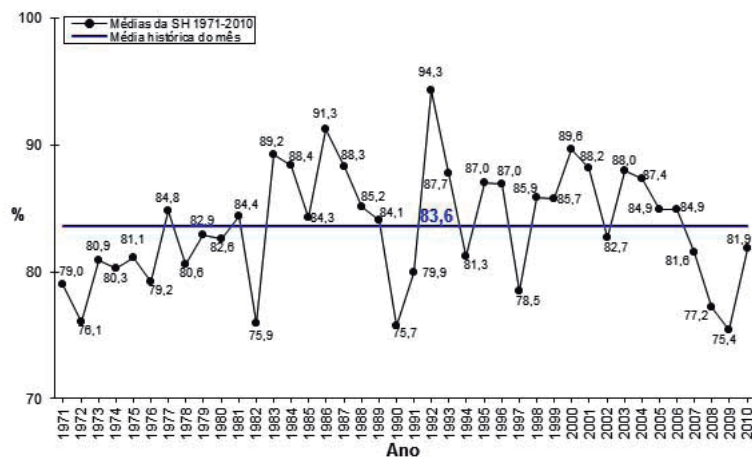
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 52. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de agosto da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



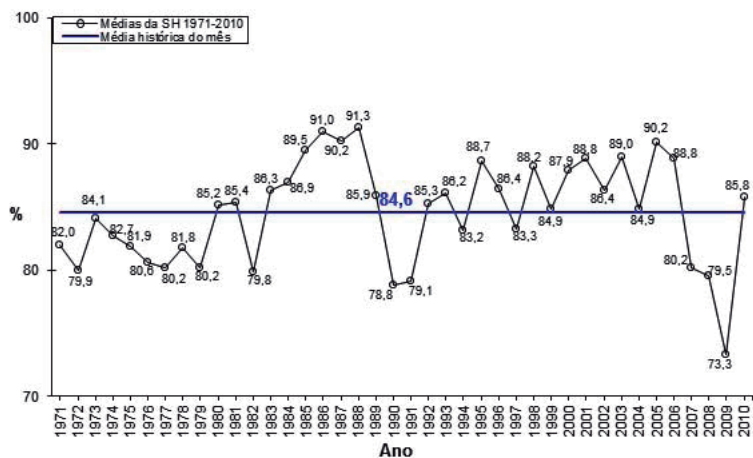
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 53. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de setembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



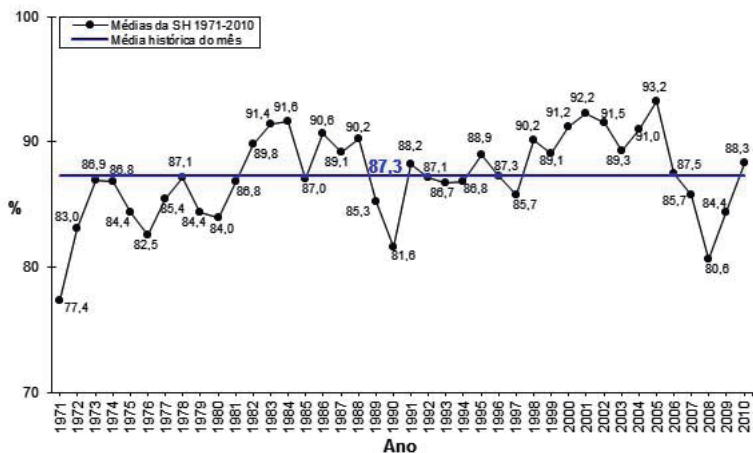
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 54. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de outubro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

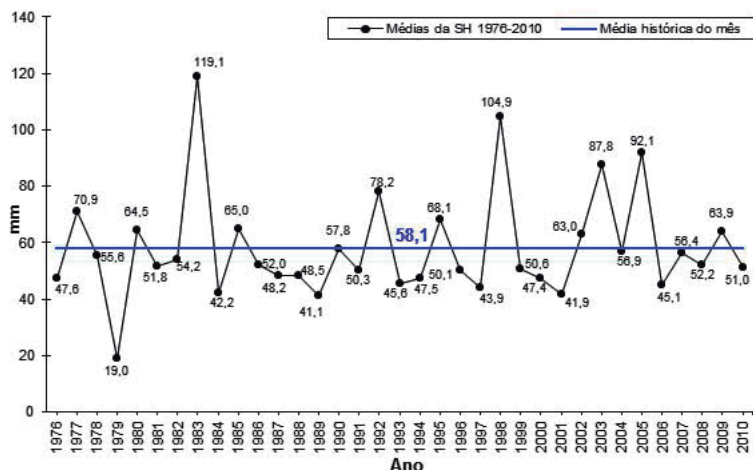
Figura 55. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de novembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

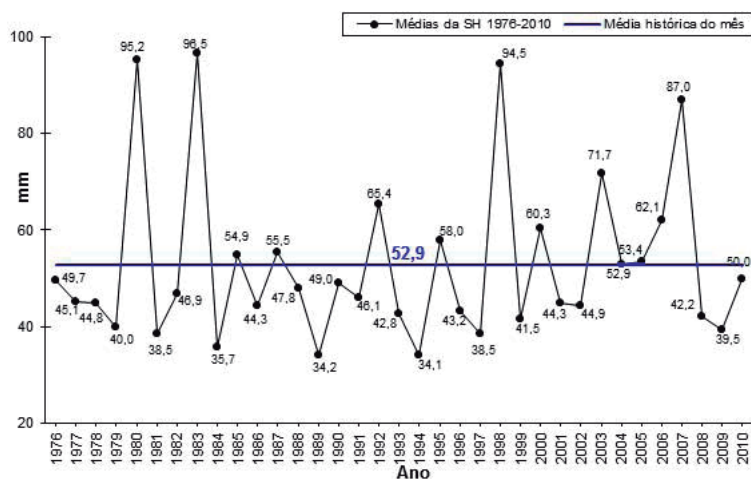
Figura 56. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar de dezembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.

Evaporação medida com Evaporímetro de Piche



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 57. Variação interanual das médias mensais e média histórica do mês da série histórica 1976 a 2010 da evaporação medida com evaporímetro de Piche, para janeiro.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 58. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de fevereiro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.

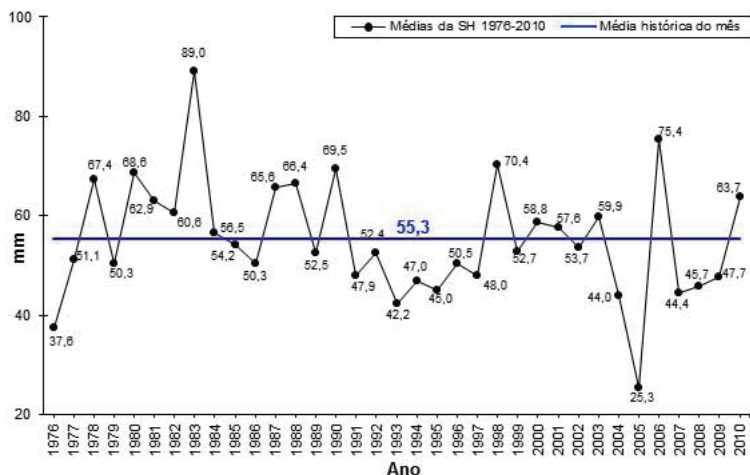


Figura 59. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de março da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.

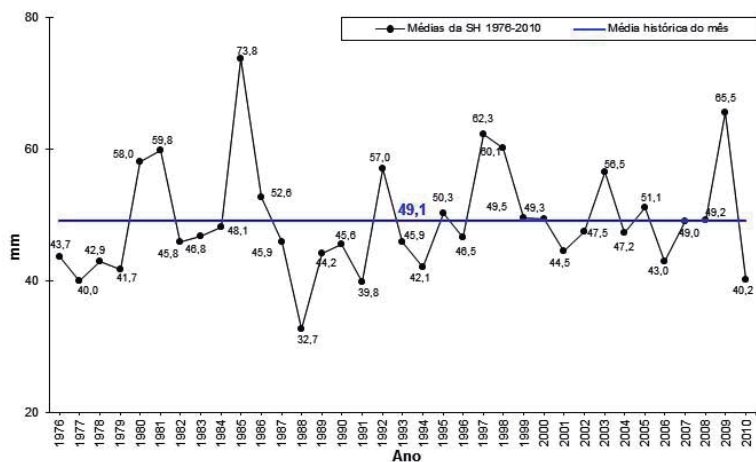


Figura 60. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de abril da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.

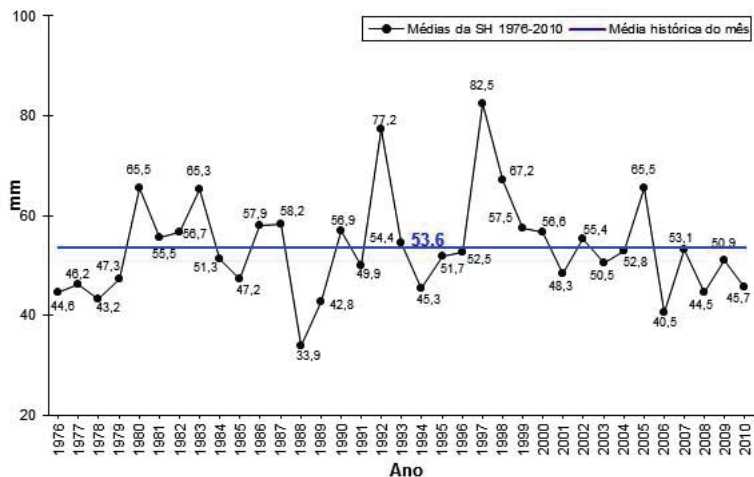


Figura 61. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de maio da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.

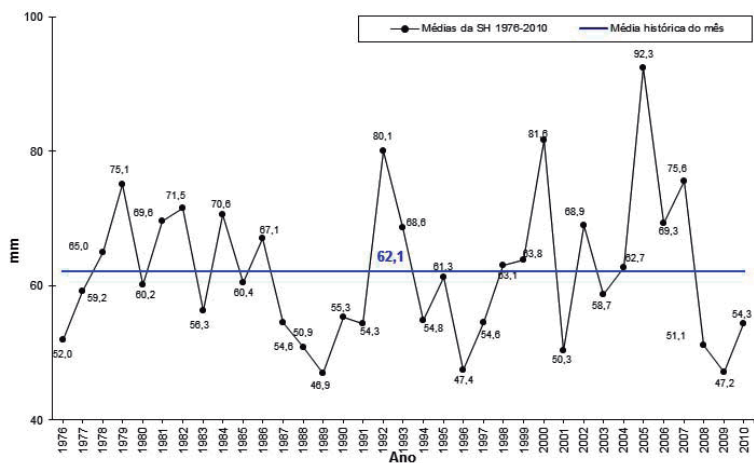
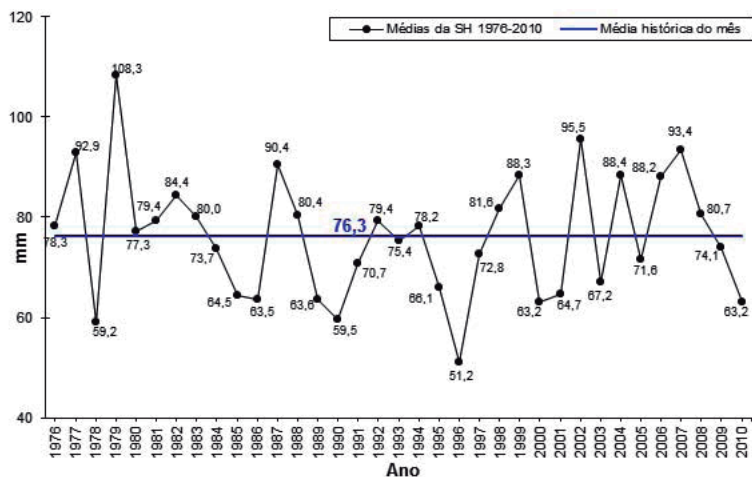
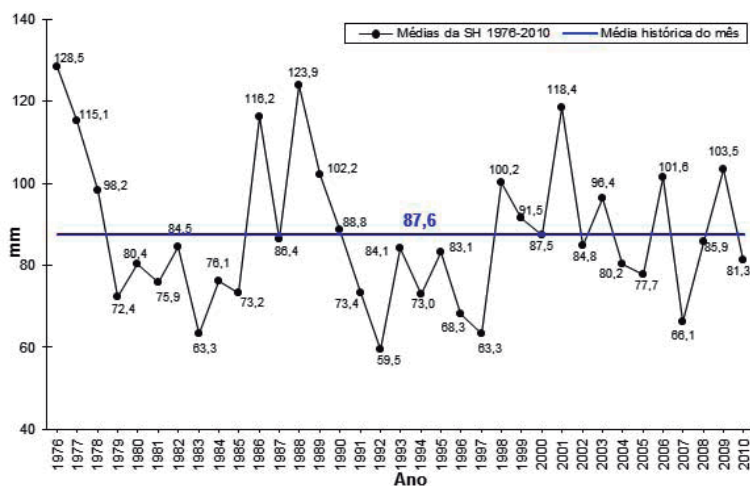


Figura 62. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de junho da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.



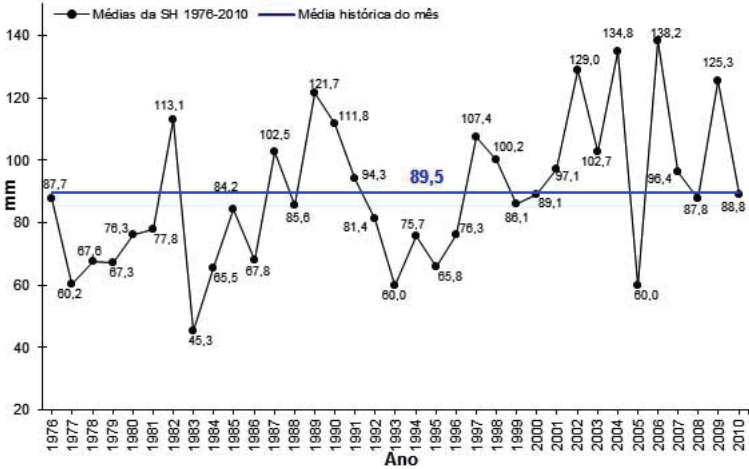
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 63. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de julho da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.



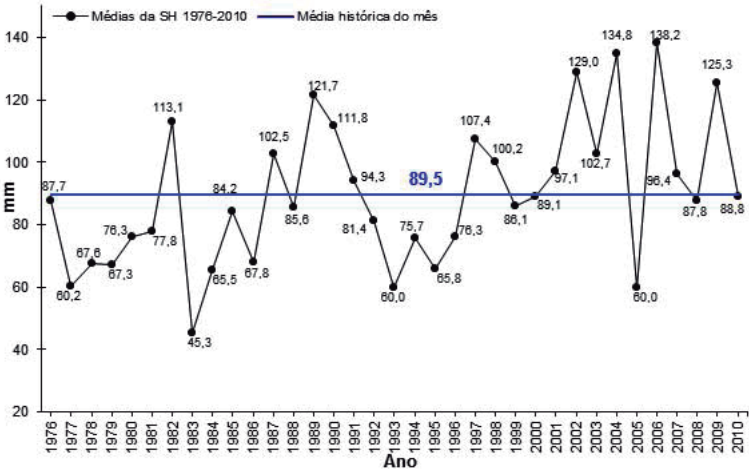
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 64. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de agosto da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.



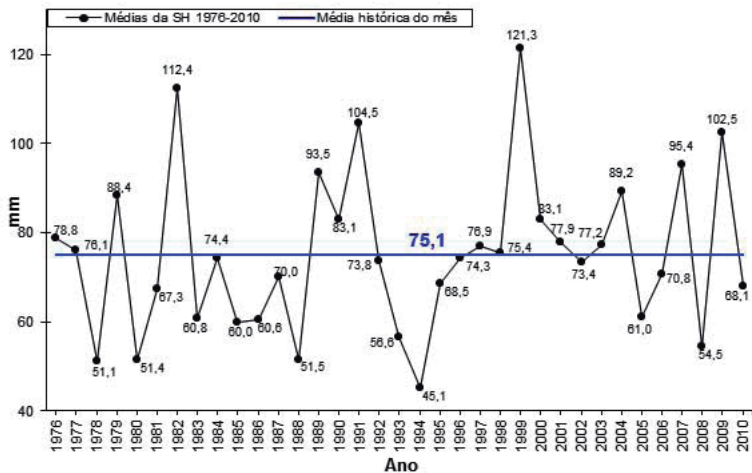
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 65. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de setembro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.



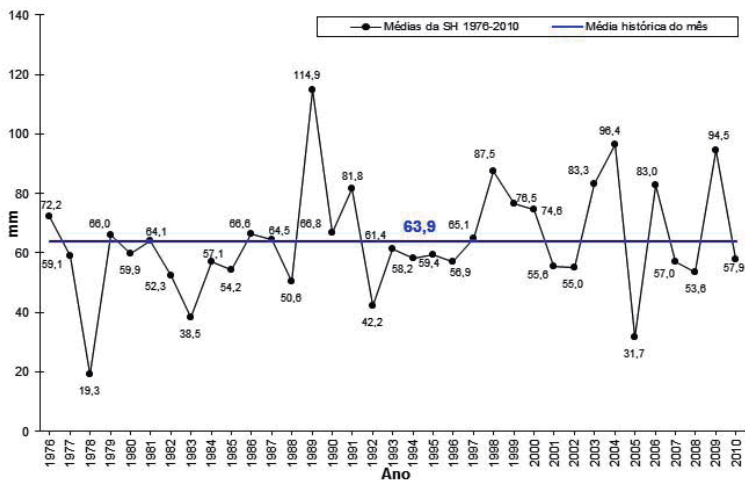
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 66. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de outubro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

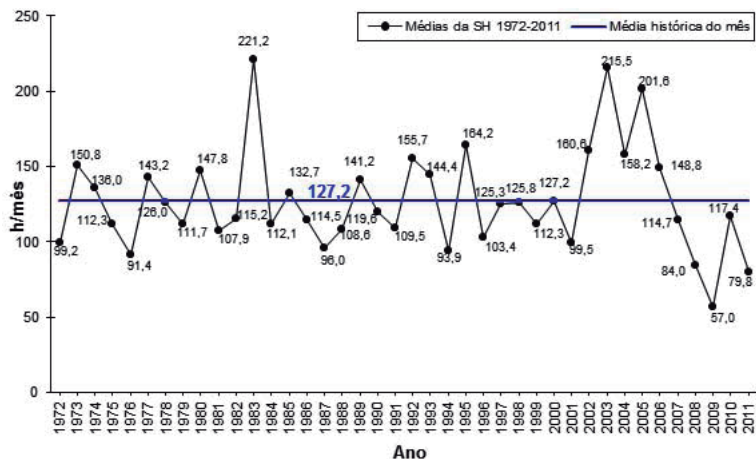
Figura 67. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de novembro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

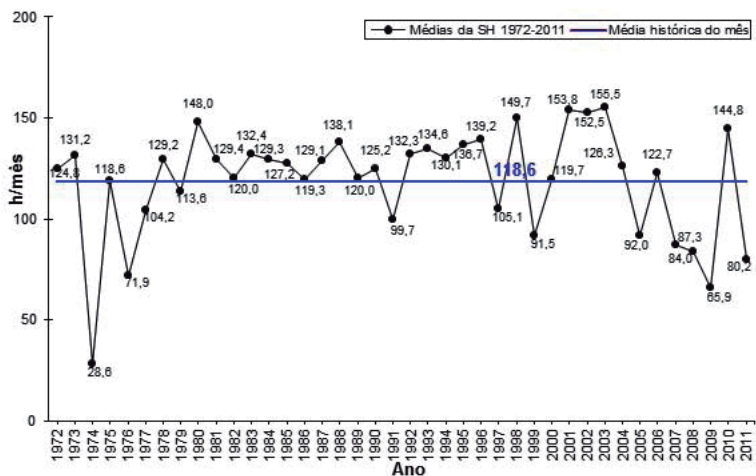
Figura 68. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de dezembro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.

Brilho solar



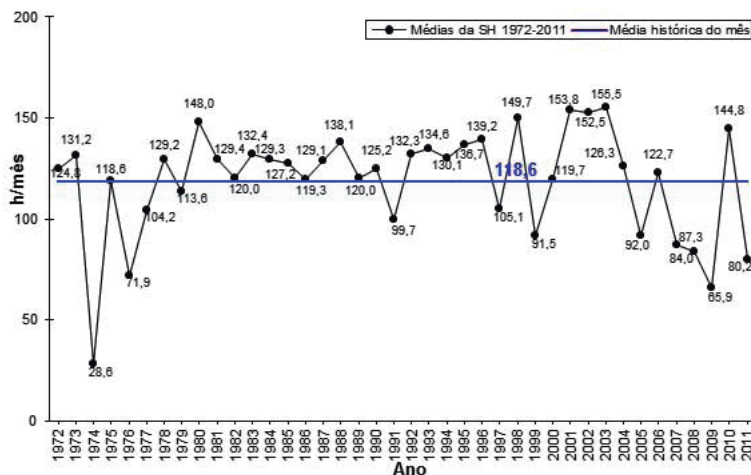
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 69. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de janeiro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



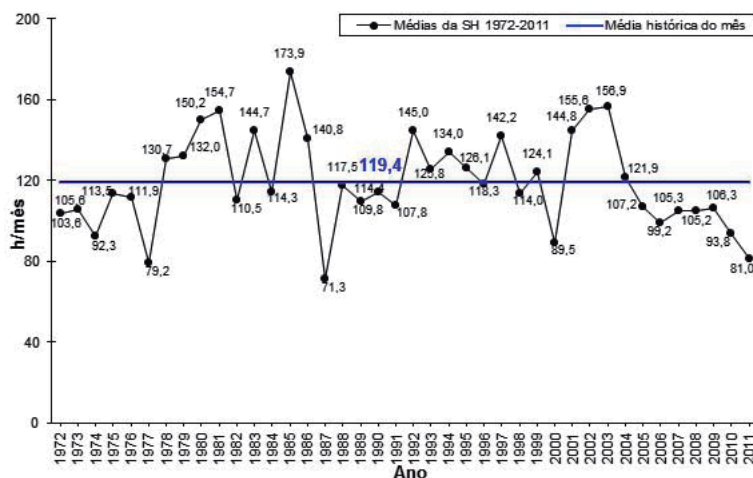
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 70. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de fevereiro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



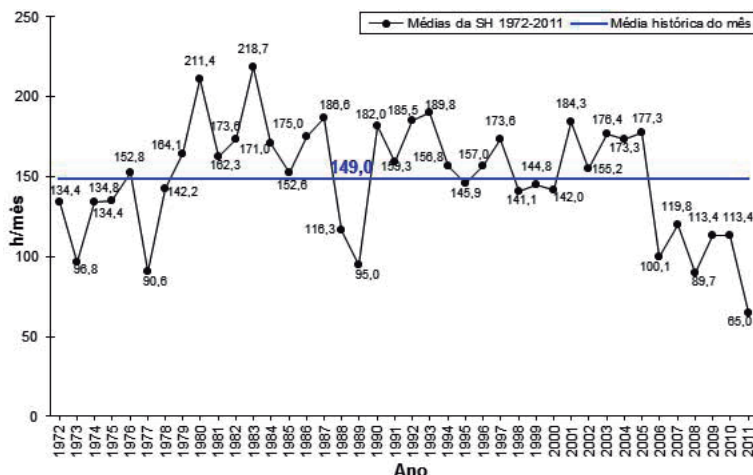
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 71. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de março da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



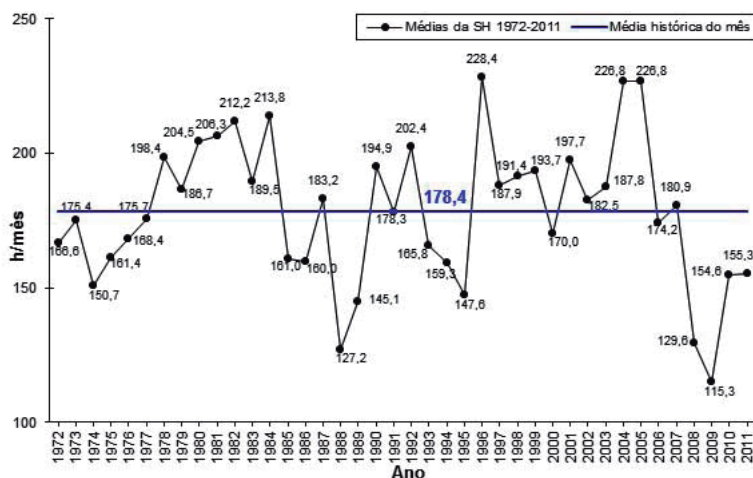
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 72. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de abril da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



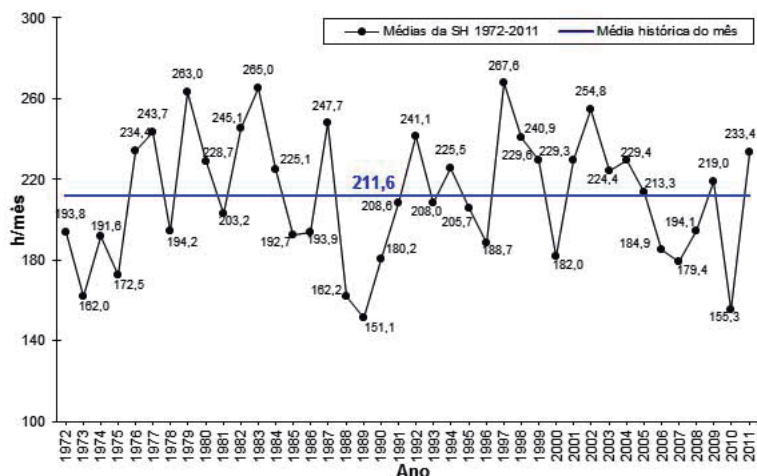
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 73. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de maio da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



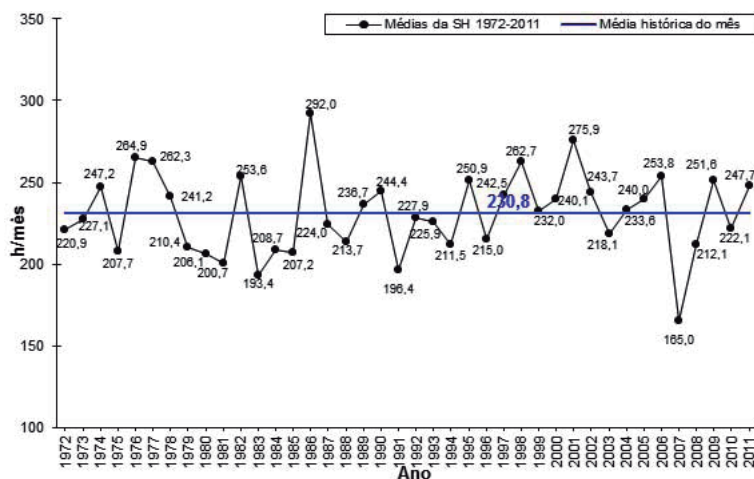
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 74. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de junho da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



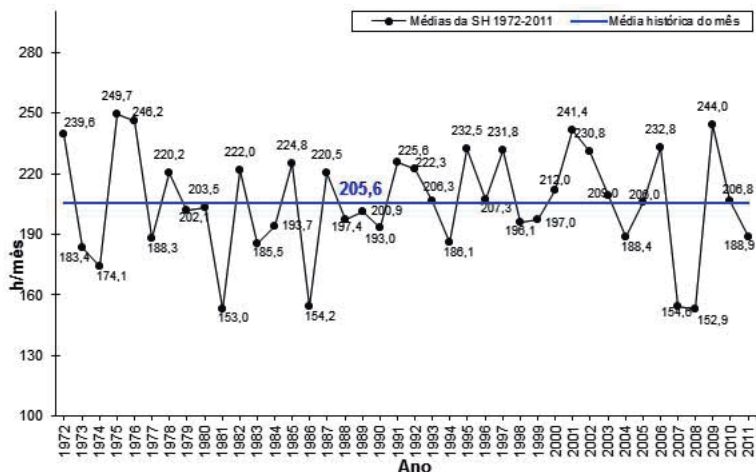
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 75. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de julho da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



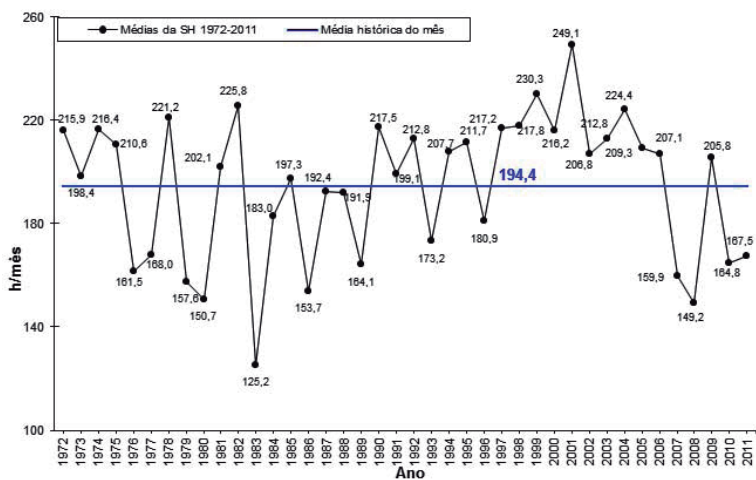
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 76. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de agosto da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



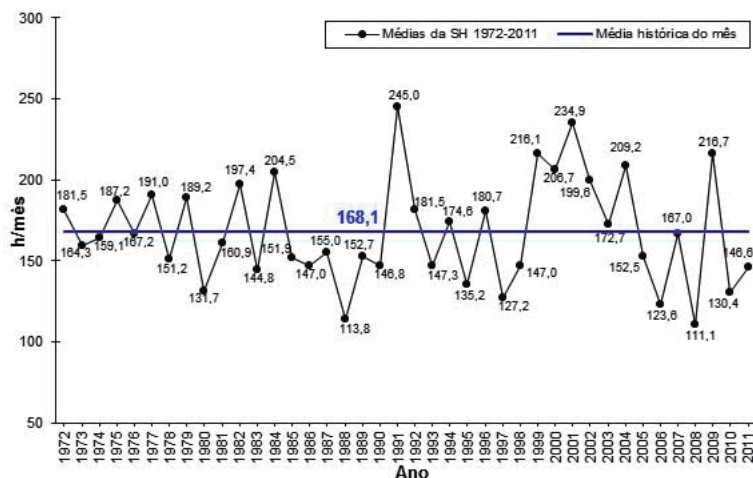
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 77. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, de setembro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



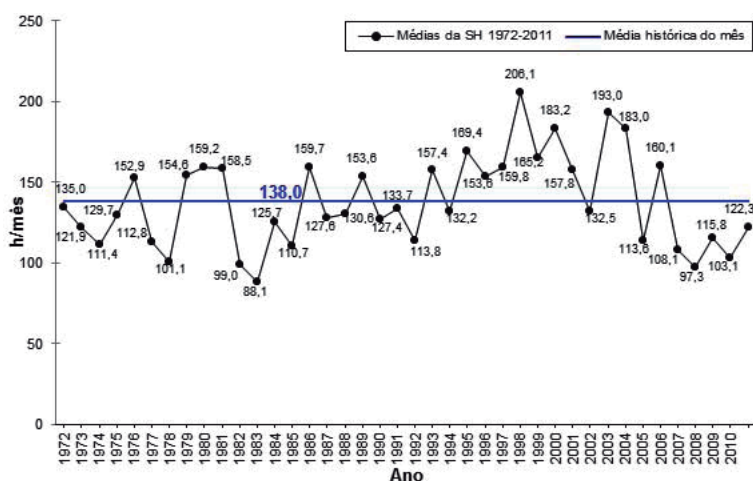
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 78. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de outubro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

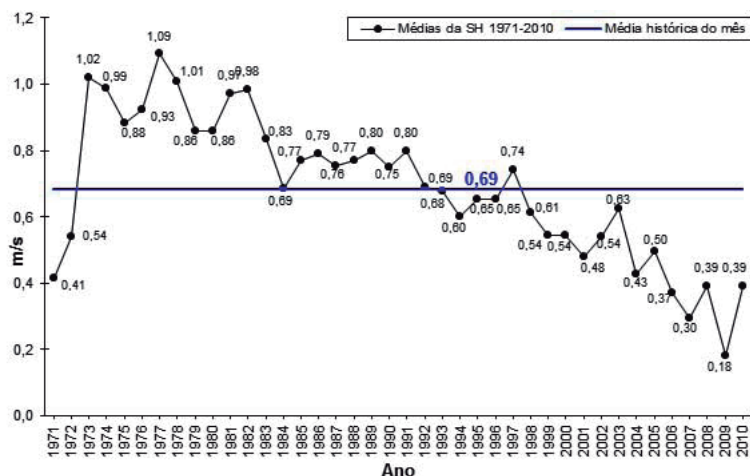
Figura 79. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, de novembro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

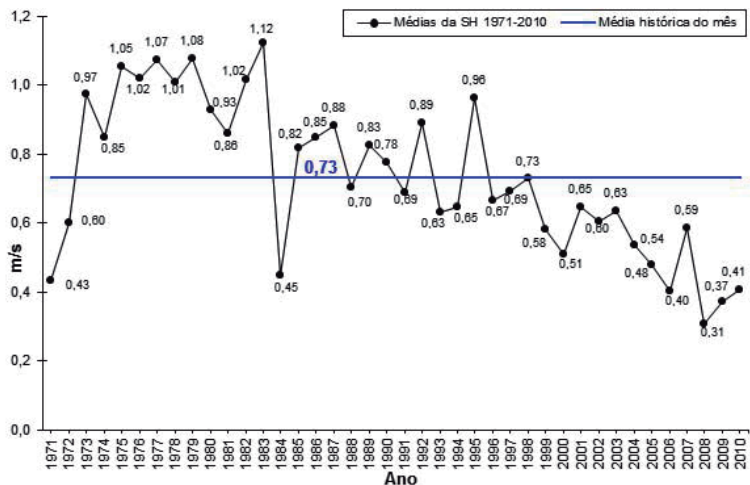
Figura 80. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, de dezembro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.

Velocidade do vento



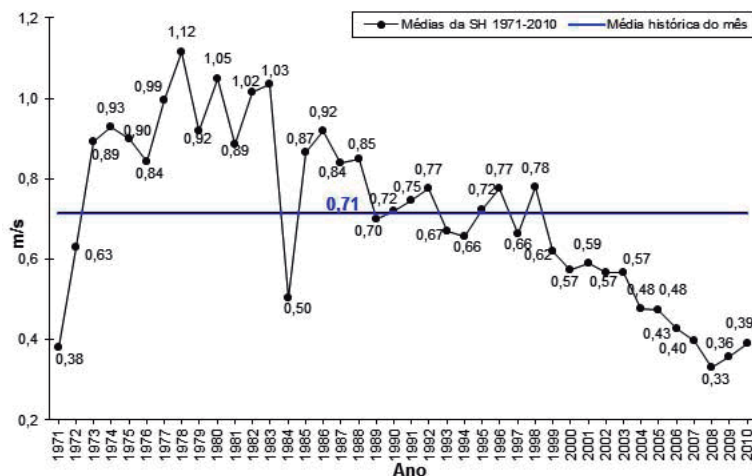
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 81. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de janeiro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



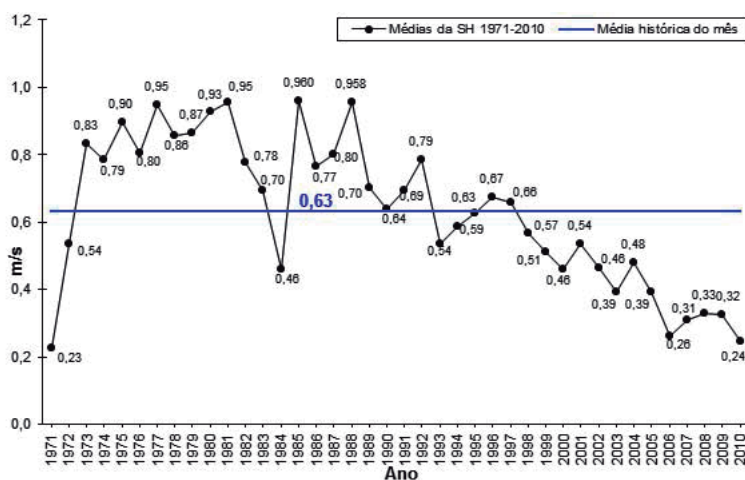
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 82. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de fevereiro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



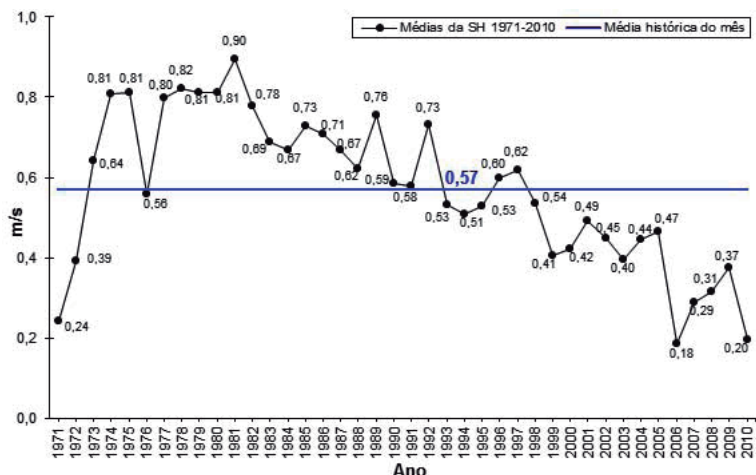
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 83. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de março da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



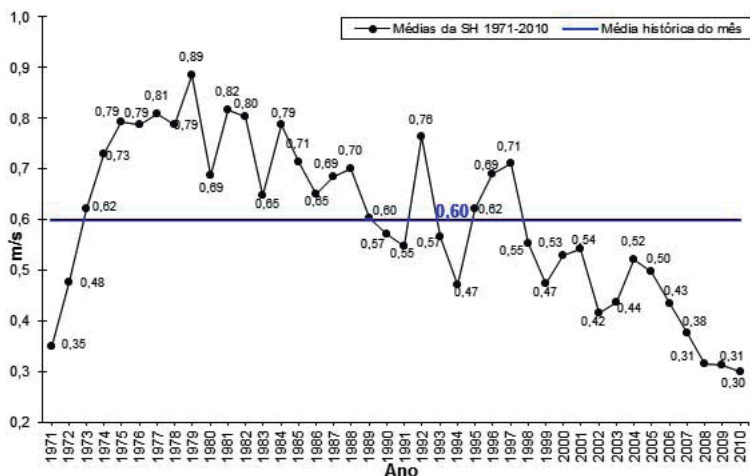
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 84. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de abril da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



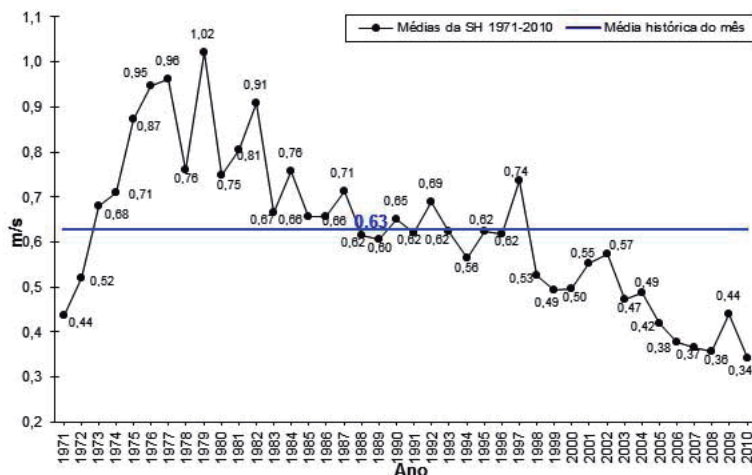
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 85. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de maio da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



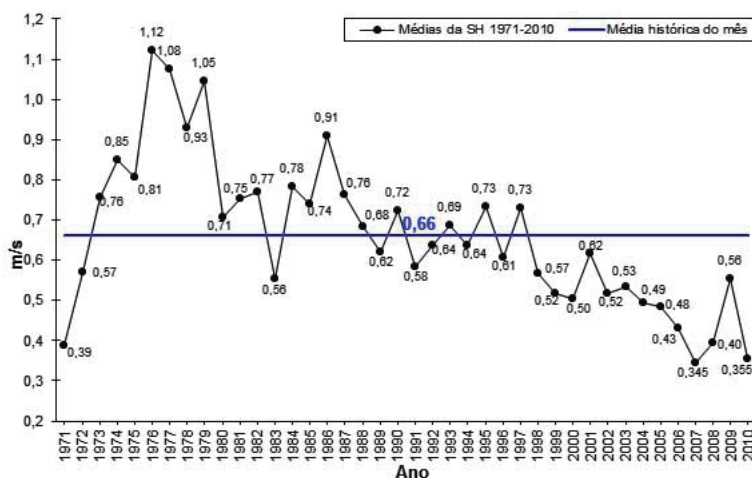
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 86. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de junho da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



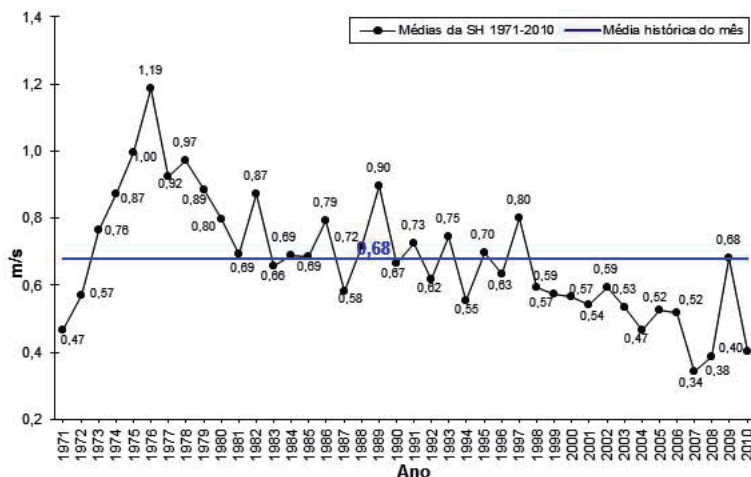
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 87. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de julho da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



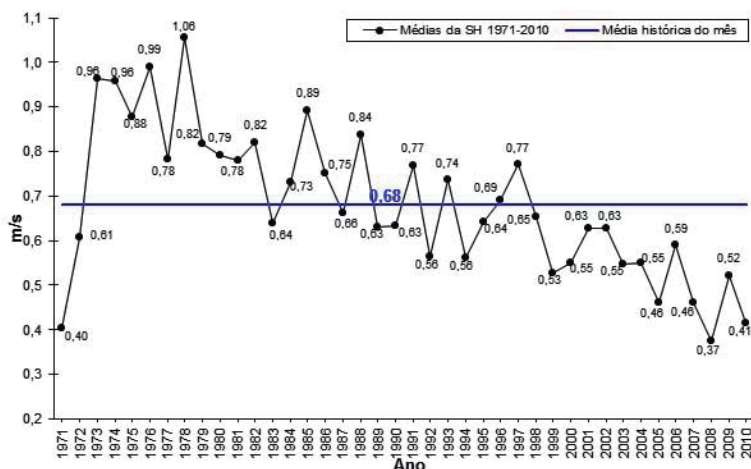
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 88. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de agosto da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



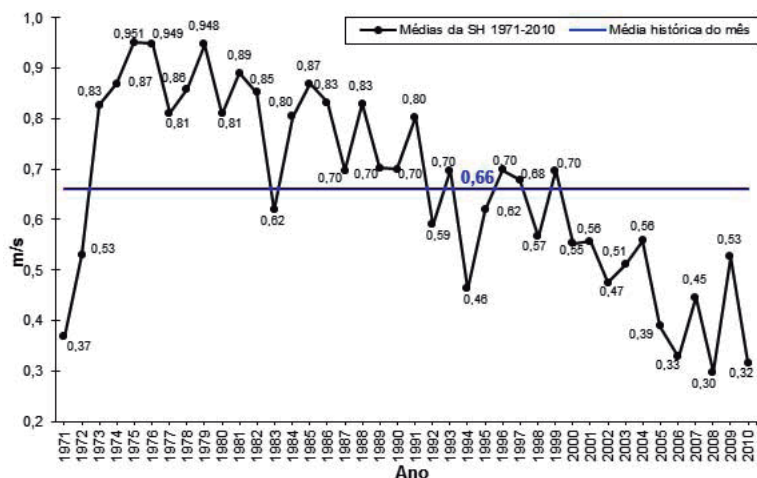
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 89. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento de setembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



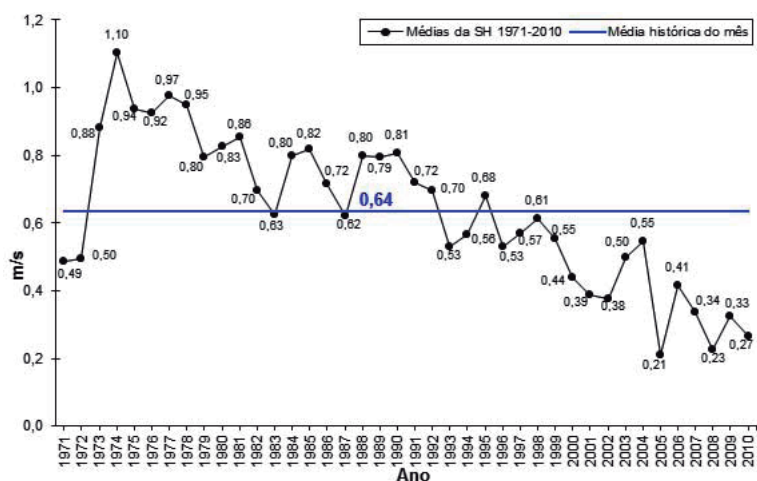
Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 90. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de outubro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 91. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento de novembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.



Fonte: Isaac Cohen Antonio - Embrapa Amazônia Ocidental.

Figura 92. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento de dezembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.

Índice de tabelas

Tabela 1. Séries históricas mensais de 40 anos da precipitação, temperaturas e umidade relativa do ar, velocidade do vento, insolação diária e mensal, evapotranspiração potencial (ETO) e real (ETr) pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), CAD de 30 mm e 50 mm; série de 35 anos da evaporação, dos dados registrados na Estação Agrometeorológica na sede da Embrapa Amazônia Ocidental.....	18
Tabela 2. Maiores precipitações diárias registradas na série histórica....	21
Tabela 3. Temperaturas máxima, mínima, média e amplitude térmica dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010.....	26
Tabela 4. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), com base nas médias da série histórica de 1971-2010, medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rodovia AM-010 para CAD de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.....	33
Tabela 5. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), com base nas médias da série histórica 1971-2010, medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rodovia AM-010 para CAD de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.....	34

Índice de figuras

Figura 1. Localização da Estação Agrometeorológica da Embrapa Amazônia Ocidental com as coordenadas georreferenciadas no Google Earth.....	14
Figura 2. Mapa da localização das estações.....	15
Figura 3. Totais mensais da precipitação, evapotranspiração potencial (ETO) e evapotranspiração real (ETr) pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), CAD de 50 mm e médias mensais das temperaturas do ar em diagrama termopluviométrico de Gaussen, da série histórica de 1971 a 2010.....	21
Figura 4. Totais mensais da precipitação, média dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010.....	22
Figura 5. Médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima do ar da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....	24
Figura 6. Médias mensais das temperaturas máximas, dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....	27
Figura 7. Médias mensais das temperaturas médias, dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....	27
Figura 8. Médias mensais das temperaturas mínimas, dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....	28
Figura 9. Avanço da urbanização na Rodovia AM-010 que passa ao lado da estação. À esquerda, imagem de satélite de jan./1971 e à direita de jan./2010.....	28

Figura 10. Amplitude térmica dos decênios 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....29

Figura 11. Balanço hídrico para o ano hidrológico da série histórica 1971-2010, pelo método de Moster et al. (2003), medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 para CAD de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.....35

Figura 12. Balanço hídrico para o ano hidrológico da série histórica 1971-2010, pelo método de Moster et al (2003), medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 para CAD de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.....35

Figura 13. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), com base nas médias dos parâmetros da série histórica 1971-2010, medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 e CAD de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.....36

Figura 14. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), com base nas médias da série histórica 1971-2010, medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 e CAD de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.....36

Figura 15. Extrato do balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), da série histórica 1971-2010, medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 para CAD de 30 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.....37

Figura 16. Extrato do balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), da série histórica 1971-2010, medido na estação agroclimatológica localizada no Km 29 da Rod. AM-010 para CAD de 50 mm. Embrapa Amazônia Ocidental.....37

Figura 17. Médias mensais da umidade relativa e temperaturas do ar, da precipitação, evapotranspiração potencial e evapotranspiração real para CAD de 50 mm, calculadas pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) da série histórica de 1971 a 2010.....38

Figura 18. Totais mensais da precipitação, evaporação de Piche, evapotranspiração real calculada pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), CAD de 50 mm e médias mensais da insolação e velocidade do vento da série histórica de 1976 a 2010.....	41
Figura 19. Médias mensais do brilho solar da série histórica de 1972 a 2011.....	43
Figura 20. Médias mensais da velocidade do vento da série histórica de 1971 a 2010.....	46
Figura 21. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de janeiro.....	53
Figura 22. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de fevereiro. Embrapa Amazônia Ocidental.....	53
Figura 23. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de março.....	54
Figura 24. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de abril.....	54
Figura 25. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de maio.....	55
Figura 26. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de junho.....	55

Figura 27. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de julho.....	56
Figura 28. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de agosto.....	56
Figura 29. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de setembro.....	57
Figura 30. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de outubro.....	57
Figura 31. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da Série Histórica 1971 a 2010, mês de novembro.....	58
Figura 32. Variação interanual dos totais mensais, média do mês e tendência da precipitação da série histórica 1971 a 2010, mês de dezembro.....	58
Figura 33. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de janeiro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....	59
Figura 34. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de fevereiro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....	59
Figura 35. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de março da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....	60

Figura 36. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de abril da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....60

Figura 37. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de maio da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....61

Figura 38. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de junho da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....61

Figura 39. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de julho da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....62

Figura 40. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de agosto da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....62

Figura 41. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de setembro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....63

Figura 42. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de outubro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....63

Figura 43. Variação interanual das temperaturas máxima, média e mínima do ar com as respectivas médias para o mês de novembro da série histórica de 1971 a 2010. Embrapa Amazônia Ocidental.....64

Figura 44. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de dezembro da série histórica de 1971 a 2010.....64

Figura 45. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de janeiro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....65

Figura 46. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de fevereiro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....65

Figura 47. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de março da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....66

Figura 48. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de abril da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....66

Figura 49. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de maio da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....67

Figura 50. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de junho da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....67

Figura 51. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de julho da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....68

Figura 52. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de agosto da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....68

Figura 53. Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de setembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....69

- Figura 54.** Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de outubro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....69
- Figura 55.** Variação interanual das médias mensais da umidade relativa do ar do mês de novembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....70
- Figura 56.** Variação interanual das médias mensais e média histórica do mês de dezembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....70
- Figura 57.** Variação interanual das médias mensais e média histórica do mês da série histórica 1976 a 2010 da evaporação medida com evaporímetro de Piche, para janeiro.....71
- Figura 58.** Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de fevereiro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....71
- Figura 59.** Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de março da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....72
- Figura 60.** Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de abril da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....72
- Figura 61.** Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de maio da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....73
- Figura 62.** Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de junho da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....73

Figura 63. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de julho da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....74

Figura 64. Variação interanual das Médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de agosto da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....74

Figura 65. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de setembro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....75

Figura 66. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de outubro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....75

Figura 67. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de novembro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....76

Figura 68. Variação interanual das médias mensais da evaporação medida com evaporímetro de Piche do mês de dezembro da série histórica de 1976 a 2010 e média histórica do mês.....76

Figura 69. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de janeiro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....77

Figura 70. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de fevereiro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....77

Figura 71. Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de março da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....78

- Figura 72.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de abril da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....78
- Figura 73.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de maio da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....79
- Figura 74.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de junho da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....79
- Figura 75.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de julho da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....80
- Figura 76.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, de agosto da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....80
- Figura 77.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, mês de setembro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....81
- Figura 78.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, de outubro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....81
- Figura 79.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, de novembro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....82
- Figura 80.** Variação interanual das médias mensais do brilho solar, de dezembro da série histórica de 1972 a 2011 e média histórica do mês.....82

Figura 81. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de janeiro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....83

Figura 82. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de fevereiro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....83

Figura 83. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de março da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....84

Figura 84. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de abril da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....84

Figura 85. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de maio da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....85

Figura 86. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de junho da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....85

Figura 87. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de julho da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....86

Figura 88. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento de agosto da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....86

Figura 89. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento, do mês de setembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....87

Figura 90. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento de outubro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....

87

Figura 91. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento de novembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....

88

Figura 92. Variação interanual das médias mensais da velocidade do vento de dezembro da série histórica de 1971 a 2010 e média histórica do mês.....

88

Divulgação e acabamento
Embrapa Amazônia Ocidental



Amazônia Ocidental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 13599