



CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA E BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO NO ESTADO DE MATO GROSSO

Adilson Pacheco de SOUZA*, Luan Lima da MOTA, Tamara ZAMADEI,
Charles Campoe MARTIM, Frederico Terra de ALMEIDA, Janaina PAULINO

Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil

*E-mail: adilsonpacheco@ufmt.br

Recebido em 02/08/2013; Aceito em 05/11/2013.

RESUMO: Este trabalho propõe o balanço hídrico climatológico e a classificação climática para 13 estações meteorológicas convencionais (EMC's), da rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizadas no Estado de Mato Grosso (MT) e na divisa entre MT e Goiás (GO). Foram avaliadas as estações denominadas de: Cáceres, Canarana, Diamantino, Gleba Celeste, Matupá, Nova Xavantina, Padre Ricardo Remeter, Poxoréo, Rondonópolis, São José do Rio Claro e São Vicente, e ainda, a estação Aragarças (GO). As temperaturas médias anuais variaram entre 23,00 e 26,84 °C para Cuiabá e São Vicente, respectivamente. As precipitações totais anuais variam de aproximadamente 1200 a 2000 mm para as estações avaliadas, com maiores níveis nas regiões Norte e Médio Norte do Estado e nas regiões com altitudes próximas a 800m. Pela classificação climática de Köppen, as 13 estações avaliadas apresentam apenas dois tipos climáticos: Aw (demais estações) e Cwa (São Vicente). Pela classificação de Thornthwaite ocorrem maiores variabilidades de tipos climáticos, contudo, predomina as características de clima megatérmico, com concentrações da ETP no verão inferiores a 40%. Observa-se a influência da latitude e da altitude nos padrões climáticos do Estado de Mato Grosso.

Palavra-chave: climatologia, temperatura do ar, evapotranspiração, regime hídrico, séries temporais.

CLIMATE CLASSIFICATION AND CLIMATIC WATER BALANCE IN MATO GROSSO STATE, BRAZIL

ABSTRACT: This paper proposes the climatic water balance and climatic classification for 13 conventional meteorological stations (CMS's, from National Institute of Meteorology (INMET) networks, located in Mato Grosso State (MT) and in the state division between MT and Goiás State (GO). The evaluated stations are named: Cáceres, Canarana, Diamantino, Gleba Celeste, Matupá, Nova Xavantina, Padre Ricardo Remetter, Poxoréo, Rondonópolis, São José do Rio Claro, São Vicente, and the Aragarças station (GO). The annual temperature average ranged between 23.00 and 26.84 °C for Cuiabá and São Vicente, respectively. The total annual precipitation ranging from approximately 1200 to 2000 mm in the evaluated seasons, with higher levels in the North and Central North and in the regions with altitudes close to 800m. By Köppen climate classification, the 13 stations have only two climatic types: Aw (other stations) and Cwa (São Vicente). By Thornthwaite classification occurred greater climatic variability, however, the predominant features of megathermic climatic with concentrations of ETP in the summer less than 40%. Observe the influence of latitude and altitude on weather patterns of Mato Grosso State.

Keywords: climatology, air temperature, evapotranspiration, water regime, time series.

1. INTRODUÇÃO

A demanda crescente de água, em conjunto com a limitação dos recursos hídricos, conflitos entre alguns usos e os prejuízos causados pelo excesso e pela escassez, exigem cada vez mais, planejamento racional e otimizado para aumento da eficiência do uso da água. O conhecimento da distribuição espacial e temporal da disponibilidade hídrica permite estabelecer diretrizes para a implementação de políticas de gestão deste recurso (HORIKOSHI; FISCH, 2007; SANTOS et al., 2010).

Segundo Pereira et al. (2002), a disponibilidade hídrica de uma região pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico (BHC), que evidencia as variações sazonais dos excedentes e deficiências hídricas através de relações entre as entradas e saídas de água de uma condição de controle, principalmente precipitação pluvial (P) e evapotranspiração potencial (ETP).

De maneira generalizada, os trabalhos pioneiros de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite; Mather (1955) foram os precursores dos estudos do BHC. Para Dantas et

al. (2007) os estudos de balanços hídricos devem ser desenvolvidos visando a relação cultura/clima, permitindo um ajuste do cultivo às condições climáticas, além de apresentar aplicações para definição de zoneamentos agroclimáticos, irrigações suplementares, hidrologia, dimensionamento de reservatórios, drenagem, dentre outras.

O balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite; Mather (1955) possibilita o monitoramento da variação do armazenamento de água no solo, tanto na escala diária como em escalas maiores como a mensal, usando medidas de temperatura do ar e precipitação (VAREJÃO-SILVA, 2006). Em geral, a temperatura do ar e as precipitações podem ser consideradas como os principais elementos do clima, pois indicam os níveis energéticos e as disponibilidades hídricas da região (ROLIM et al., 2007; CUNHA; MARTINS, 2009).

Nesse sentido, as classificações climáticas de Köppen (1931) e Thornthwaite (1948) são universalmente as mais utilizadas, sendo a primeira baseada nas características térmicas e na distribuição sazonal da precipitação, e a segunda, fundamentada em dois índices climáticos principais (umidade e eficiência térmica). Ambas são fundamentais para estudos de ecologia, agricultura e recursos hídricos (AYOADE, 2010).

Muitos trabalhos já foram desenvolvidos para definição das classificações climáticas no território brasileiro, principalmente a de Köppen (1931), mas em função da grande extensão do país algumas diferenças espaciais são omitidas. É importante que as mesmas sejam aplicadas para regiões geográficas de menor extensão como um Estado ou uma grande bacia hidrográfica (KUINCHTNER; BURIOL, 2001), sobretudo, devido ao fato de que cada classificação tem seus méritos próprios, limitações e falhas (NOBREGA, 2010).

As medidas de rotina em estações meteorológicas no estado de Mato Grosso, ainda são escassas e, sobretudo, apresentam grande variabilidade espacial. Pela rede de estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), existem 12 estações meteorológicas convencionais, sendo que destas, apenas cinco apresentam bases de dados superiores a 30 anos (normal climatológica). Com a evolução das estações meteorológicas automáticas, a partir de 2002 ocorreu a implementação de mais 35 estações nas diferentes regiões climáticas do estado.

O conhecimento das características climáticas das diferentes regiões do Estado de Mato Grosso, se faz necessário, devido ao pouco estudo da temática e pela necessidade de geração de informações que subsidiem as atividades agropecuárias e antrópicas. Por conseguinte, objetivou-se caracterizar o balanço hídrico climatológico para doze municípios do Estado de Mato Grosso e avaliar as suas respectivas classificações climáticas pelos métodos de Köppen e Thornthwaite.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização

Este estudo foi elaborado a partir de dados obtidos na rede de estações meteorológicas do Instituto de Nacional de Meteorologia (INMET), para as 12 estações meteorológicas convencionais (EMC's) do Estado de Mato Grosso (Tabela 1). A distribuição espacial das

EMC's (Figura 1) foi implementada para obter a representatividade das diferentes regiões (categorias de uso) do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico do Estado de Mato Grosso.

Tabela 1. Dados das estações meteorológicas convencionais avaliadas no estudo.

Estação	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Período de dados
1. Cáceres	-16,05°	-57,68°	118,0	1961-2010
2. Canarana	-13,47°	-52,50°	430,0	1995-2010
3. Cuiabá	-15,62°	-56,11°	145,0	1961-2010
4. Diamantino	-14,40°	-56,45°	286,3	1961-2010
5. Gleba Celeste	-12,29°	-55,29°	415,0	1972-2010
6. Matupá	-10,25°	-54,92°	285,0	1987-2010
7. N. Xavantina ⁽¹⁾	-14,70°	-52,35°	325,0	1987-2010
8. P. R. Remetter ⁽¹⁾	-15,78°	-56,07°	140,0	1987-2010
9. Poxoreo	-15,83°	-54,38°	450,0	1976-2010
10. Rondonópolis	-16,45°	-54,57°	284,0	1995-2010
11. S. J. Rio Claro ⁽¹⁾	-13,43°	-56,72°	350,0	1995-2010
12. São Vicente	-15,82°	-55,42°	800,0	1998-2010
13. Aragarças*	-15,90°	-52,23°	345,0	1970-2010

*Município localizado na divisa política entre os Estados de Mato Grosso e Goiás. Fonte: INMET (2013).⁽¹⁾ N. Xavantina: Nova Xavantina; P. R. Remetter: Padre Ricardo Remetter; S. J. Rio Claro: São José do Rio Claro.

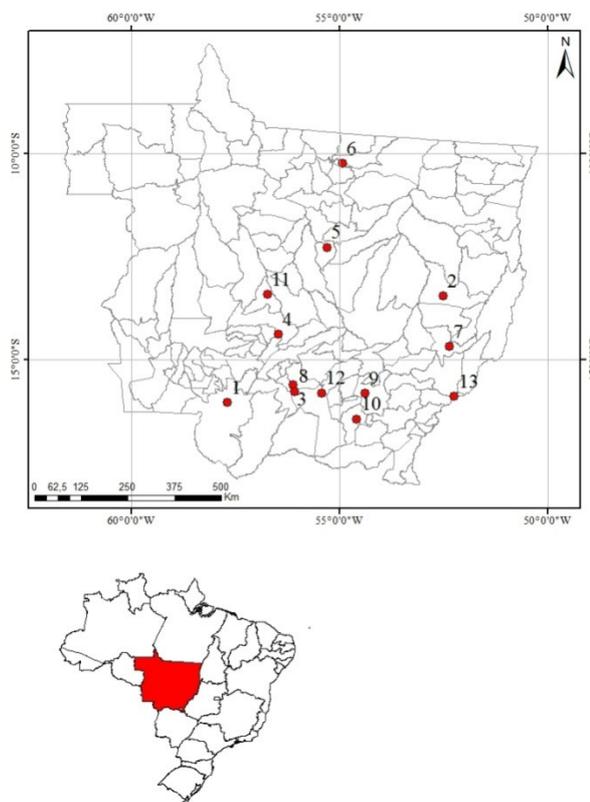


Figura 1. Distribuição espacial das estações meteorológicas convencionais da rede do INMET, no Estado de Mato Grosso.

Dentre os estados brasileiros, Mato Grosso destaca-se por sua grande extensão territorial e inserção na área de ocorrência dos cerrados brasileiros, da floresta tropical úmida e da planície do pantanal, que propiciam uma grande diversidade de situações ecológicas, sociais, econômicas, culturais e de processos de produção e desenvolvimento rural e agroindustrial. O Estado está localizado na região Centro-Oeste do Brasil, entre as coordenadas 06°00' S e 19°45' S e 50°06' W e 62°45' W,

perfazendo em uma área de 903.357,908 Km² - é a terceira maior unidade federativa do Brasil (33.112.897 ha), que representa 56,23% da Região Centro-Oeste e 10,61% de todo o território brasileiro. Conta com uma população estimada, pelo censo de 2010, de 3.035.122 com densidade populacional de 3,36 habitantes/km² e 141 municípios (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2013).

2.2. Balanço hídrico climatológico (BHC)

O BHC foi obtido pelo método de Thornthwaite; Mather (1955), assumindo uma capacidade de água disponível no solo (CAD) de 100 mm (diretamente relacionado à vegetação semidecidual característica). Foram considerados, os dados médios mensais de precipitação (extraídos dos totais mensais de cada ano) e a temperatura média mensal (extraída das médias mensais dos valores diários de cada ano), para tanto, não foram realizados procedimentos para preenchimentos de falhas nas bases de dados. Em seguida, calculou-se a evapotranspiração potencial (ETP) pelo método de Thornthwaite, seguindo as considerações realizadas por Pereira et al. (1997). Inicialmente, calculou-se a evapotranspiração potencial padrão (ETPp, mm/mês) pela fórmula empírica:

i) Quando: $0 < T_n < 26,5 \text{ }^\circ\text{C}$

$$ETP_p = 16 \left(10 \frac{T_n}{I} \right)^a \quad (1)$$

ii) Quando: $T_n \geq 26,5 \text{ }^\circ\text{C}$

$$ETP_p = -415,85 + 32,24 T_n - 0,43 T_n^2 \quad (2)$$

Em que: T_n - temperatura média do mês n , em $^\circ\text{C}$; e I é um índice que expressa o nível de calor da região. O subscrito n representa o mês, ou seja, $n=1$ é janeiro; $n=2$ é fevereiro; etc.

O valor de I depende do ritmo anual da temperatura, integrando o efeito térmico de cada mês, sendo calculado pela fórmula:

$$I = 12(0,2 T_a)^{1,514} \quad (3)$$

Em que: T_a - temp. média anual normal

O expoente “ a ”, sendo uma função de I , também é um índice térmico regional, e é calculado pela expressão:

$$a = 0,49239 + 1,7912 \times 10^{-2} I - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 6,75 \times 10^{-7} I^3 \quad (4)$$

O valor de ETP_p representa o total mensal de evapotranspiração que ocorreria nas condições térmicas de um mês padrão de 30 dias, e cada dia com 12 horas de fotoperíodo (N). Portanto, a ETP_p deve ser corrigida em função de N e do número de dias do período (NDP).

$$COR = \left(\frac{N}{12} \right) \left(\frac{NDP}{31} \right) \quad (5)$$

Sequencialmente foram obtidas as estimativas da evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), na escala mensal (PEREIRA et al., 2002), em conjunto com a representação gráfica completa.

2.3. Classificações climáticas

Para as avaliações das classificações climáticas de Köppen (1931) e de Thornthwaite (1948) foram utilizados os dados de temperatura do ar e precipitação pluvial de séries temporais superiores a 15 anos. Para tanto, determinou-se: a temperatura média anual, temperatura média do mês mais quente e do mês mais frio, precipitação pluvial média anual, máxima de verão e de inverno, e o mês de maior e menor precipitação. A caracterização das estações de verão e de inverno foi feita em acordo com as definições de solstícios e equinócios.

O método de Köppen baseia-se na qualificação de diversas regiões, tipos e variedades climáticas, pela definição de: indicador de grupo (primeira letra – maiúscula (Tabela 2); indicador de tipo (segunda letra – minúscula (Tabela 3); e indicador de subtipo (Tabela 4)).

Tabela 2. Caracterização do indicador de grupo climático.

Código	Tipo de clima	Descrição
A	Tropical	Climas megatérmicos; T média do mês mais frio $> 18^\circ\text{C}$; Estação invernosausente; P anual superior a ETP anual.
B	Árido	Climas secos (P anual < 500 mm); ETP anual superior a P anual; Inexistência de cursos d'água permanentes.
C	Temperado	Climas mesotérmicos; T média do mês mais frio entre -3 e 18°C (considerando a mínima média)*; T média do mês mais quente $> 10^\circ\text{C}$; Verão e inverno bem definidas.
D	Continental	Climas microtérmicos; T média do ar do mês mais frio $< -3^\circ\text{C}$; T média do mês mais quente $> 10^\circ\text{C}$; Verão e inverno bem definidas.
E	Glacial	Climas polares e de alta montanha; T média no mês mais quente $< 10^\circ\text{C}$; Verão pouco definida ou inexistente.

*Adaptação da classificação de Köppen (1931).

Tabela 3. Caracterização do indicador de tipo climático.

Código	Descrição	Grupo
S	Clima das estepes; P anual média entre 380 e 760 mm.	B
W	Clima desértico; P anual média < 250 mm.	B
f	Clima úmido; Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano; Inexistência de estação seca definida; P do mês mais seco > 60 mm.	A-C-D
w	Chuvas de verão.	A-C-D
s	Chuvas de inverno.	A-C-D
w'	Chuvas de verão-outono.	A-C-D
s'	Chuvas de inverno-outono.	A-C-D
m	Clima de monção; P anual média > 1500 mm e P do mês mais seco < 60 mm.	A
T	T média do ar no mês mais quente entre 0 e 10°C .	E
F	T média do mês mais quente $< 0^\circ\text{C}$.	E
M	P abundante (inverno pouco rigoroso).	E

Tabela 4. Caracterização do indicador de sub-tipo climático.

Código	Descrição	Grupo
a: Verão quente	T média do ar no mês mais quente > 22°C.	C-D
b: verão temperado	T média do ar no mês mais quente < 22°C; T média do ar nos 4 meses mais quentes > 10°C.	C-D
c: verão curto e fresco	T média do ar no mês mais quente < 22°C; - T médias do ar > 10°C durante menos de 4 meses; T média do ar no mês mais frio > -38°C.	C-D
d: inverno muito frio	T média do ar no mês mais frio < -38°C.	D
h: seco e quente	T média anual do ar > 18°C; Deserto ou semi-deserto quente (T anual média do ar igual ou superior a 18°C).	B
k: seco e frio	T média anual do ar < 18°C; Deserto ou semideserto frio (T anual média do ar igual ou inferior a 18°C).	B

Por conseguinte, a classificação climática pelo método de Thornthwaite (1948), considera que após a obtenção do balanço hídrico climatológico (BHC) segundo o método de Thornthwaite; Mather (1955), assumindo uma capacidade de água disponível no solo (CAD) igual a 100 mm, devem ser avaliados os índices de aridez (Ia), hídrico (Ih) e de umidade (Iu), segundo as equações abaixo:

$$Ih = \frac{EXC}{ETP} 100 \quad (6)$$

$$Ia = \frac{DEF}{ETP} 100 \quad (7)$$

$$Iu = Ih - 0,6 Ia \quad (8)$$

Em que: EXC – excedente hídrico; DEF – deficiência hídrica, ambos oriundos do BHC (mm); ETP – evapotranspiração de referência ou potencial (mm).

Segundo Ometto (1981), as chaves da classificação climática pelo método de Thornthwaite (1948) são baseadas nas variações de aridez e umidade em conjunto (Tabela 5), nos índices de umidade (Tabela 6), nas variações térmicas (Tabela 7) e das evapotranspirações potenciais de verão e anual (Tabela 8).

Tabela 5. Chave secundária da classificação climática segundo Thornthwaite, baseados no índice de aridez (Ia) e umidade (Iu).

Climas úmidos (A, B ₄ , B ₃ , B ₂ , B ₁ e C ₂)	(Ia)	Climas secos (C ₁ , D e E)	(Iu)
r – pequena ou nenhuma deficiência hídrica	0-16,7	D – pequeno ou nenhum excesso hídrico	0 – 10
s – moderada deficiência no verão	16,7-33,3	s – moderado excesso no inverno	10 – 20
w – moderada deficiência no inverno	16,7-33,3	w – moderado excesso no verão	10 – 20
s ₂ – grande deficiência no verão	> 33,3	s ₂ – grande excesso no inverno	20
w ₂ – grande deficiência no inverno	> 33,3	w ₂ – grande excesso no verão	20

Fonte: Ometto (1981).

Tabela 6. Chave inicial da classificação climática segundo Thornthwaite, baseados no índice de umidade.

Tipos climáticos	Índice de umidade (Iu)
A – super-úmido	100 ≤ Iu
B ₄ – úmido	80 ≤ Iu < 100
B ₃ – úmido	60 ≤ Iu < 80
B ₂ – úmido	40 ≤ Iu < 60
B ₁ – úmido	20 ≤ Iu < 40
C ₂ – sub-úmido	0 ≤ Iu < 20
C ₁ – sub-úmido seco	-33,33 ≤ Iu < 0
D – semi-árido	-66,7 ≤ Iu < -33,3
E – árido	-100 ≤ Iu < -66,7

Fonte: Ometto (1981).

Tabela 7. Chave terciária da classificação climática segundo Thornthwaite, baseados no índice térmico anual.

Tipos climáticos	Índice térmico (It) (ETP anual)
A' – megatérmico	≥ 1140
B' ₄ – mesotérmico	997 – 1140
B' ₃ – mesotérmico	855 – 997
B' ₂ – mesotérmico	712 – 855
B' ₁ – mesotérmico	570 – 712
C' ₂ – microtérmico	427 – 570
C' ₁ – microtérmico	285 – 427
D' – tundra	142 – 285
E' – gelo perpétuo	< 142

Fonte: Ometto (1981).

Tabela 8. Quarta chave da classificação climática segundo Thornthwaite, baseados na relação entre a ETP de verão e anual.

Concentração da ETP no verão (%)	Sub-tipo climático
< 48%	a'
48 – 51,9	b' ₄
51,9 – 56,3	b' ₃
56,3 – 61,6	b' ₂
61,6 – 68,0	b' ₁
68,0 – 76,3	c' ₂
76,3 – 88,0	c' ₁
> 88,0	d'

Fonte: Ometto (1981).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias anuais observadas nas 13 estações meteorológicas convencionais variaram entre 23,00 e 26,84 °C para São Vicente e Cuiabá, respectivamente (Tabela 9). Dentre os meses, observa-se a tendência de temperaturas mais elevadas entre setembro e abril (período chuvoso para a maioria das estações) e menores no inverno. A amplitude térmica anual (com base nas médias mensais) varia entre 3,02 °C (Gleba Celeste) e 7,11 °C (Padre Ricardo Remetter). No entanto, ressalta-se, que principalmente nas regiões do Médio-Norte e Norte do Estado, no inverno (junho, julho e agosto) ocorrem as maiores amplitudes térmicas diárias, pois como o vapor d'água apresenta um grande potencial de atenuação da radiação na atmosfera, durante os meses de verão ou período chuvoso, as diferenças entre temperaturas noturnas e diurnas são menores, com amenização principalmente da temperatura máxima em decorrência das alterações nas radiações direta e difusa com a nebulosidade (SANTOS et al., 2013). As temperaturas médias de séries temporais curtas (cinco anos) são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 9. Temperaturas médias mensais e anuais (em °C) nas estações meteorológicas convencionais da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no Estado de Mato Grosso.

Estações	Meses												Média Anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Cáceres	26,74	26,63	26,58	25,87	23,97	21,95	21,56	23,43	25,67	24,57	27,09	24,23	24,86
Canarana	25,09	25,03	25,19	25,34	24,66	23,91	24,21	26,16	27,13	26,53	25,75	25,10	25,34
Cuiabá	28,02	27,13	27,51	27,45	26,15	24,21	24,31	25,88	27,40	27,49	28,43	28,13	26,84
Diamantino	25,66	25,63	25,69	25,34	23,79	22,66	22,44	24,69	26,06	26,37	25,53	25,81	24,97
Gleba Celeste	24,89	24,90	25,13	25,31	24,49	23,20	22,96	24,12	25,43	25,76	25,28	24,93	24,70
Matupá	24,89	23,43	24,92	25,44	25,06	24,33	22,74	23,83	24,20	25,72	25,47	25,01	24,59
Nova Xavantina	23,62	25,44	25,45	25,23	23,38	20,21	21,90	23,95	26,28	24,81	25,95	25,47	24,31
Padre Ricardo Remetter	27,11	26,92	26,96	26,31	23,71	22,96	22,51	25,27	26,67	27,87	27,45	27,23	25,91
Poxoreo	25,15	25,03	25,11	24,57	22,46	20,94	20,76	22,79	24,63	25,52	25,35	25,18	23,96
Rondonópolis	25,80	25,76	25,84	25,30	23,02	22,64	22,59	24,77	26,63	26,70	26,38	25,88	25,11
São José do Rio Claro	25,22	25,25	25,38	25,04	23,49	22,42	22,20	23,52	25,34	23,77	25,61	25,28	24,38
São Vicente	23,39	23,32	23,46	23,32	21,47	21,48	21,29	23,27	23,52	24,28	23,70	23,50	23,00
Aragarças*	25,70	25,72	25,86	25,06	24,07	22,72	22,70	24,95	26,87	27,28	26,29	24,92	25,18

*Município localizado na divisa política entre os Estados de Mato Grosso e Goiás.

Tabela 10. Temperaturas médias de séries temporais de cinco anos (em °C) nas estações meteorológicas convencionais da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no Estado de Mato Grosso.

Estações	Séries temporais curtas (5 anos)									
	1961-65	1966-70	1971-75	1976-80	1981-85	1986-90	1991-95	1996-00	2001-05	2006-10
Cáceres	25,53	26,52	24,79	25,15	25,33	25,06	26,37	25,68	26,26	25,88
Canarana	-	-	-	-	-	-	-	25,25	25,37	25,36
Cuiabá	27,09	26,75	26,75	26,89	26,83	27,00	28,26	27,80	25,82	27,06
Diamantino	24,79	25,26	24,76	24,79	25,04	24,92	25,08	25,24	25,38	25,12
Gleba Celeste	-	-	24,06	23,48	24,11	24,56	-	25,55	25,64	25,58
Matupá	-	-	-	-	-	24,54	-	24,83	25,27	25,34
Nova Xavantina	-	-	-	-	-	26,41	-	24,85	24,65	24,70
Padre Ricardo	-	-	-	-	-	26,85	26,82	26,23	25,99	25,54
Poxoreo	-	-	-	23,14	23,39	23,48	24,35	24,72	24,51	24,38
Rondonópolis	-	-	-	-	-	-	24,73	25,19	25,06	25,06
São José do Rio Claro	-	-	-	-	-	-	24,17	24,22	24,87	24,46
São Vicente	-	-	-	-	-	-	-	23,17	23,07	22,87
Aragarças*	-	-	24,51	24,55	24,99	25,31	25,07	25,74	25,88	25,87

*Município localizado na divisa política entre os Estados de Mato Grosso e Goiás.

Observou-se uma grande variação nas tendências sazonais da temperatura do ar, com diferenças (entre máximos e mínimos para períodos de cinco anos) de 1,73; 0,12; 2,43; 0,62; 2,17; 0,80; 1,75; 1,31; 1,58; 0,46; 0,69; 0,30; e 1,37 °C, para as estações de Cáceres, Canarana, Cuiabá, Diamantino, Gleba Celeste, Matupá, Nova Xavantina, Padre Ricardo Remetter, Poxoreo, Rondonópolis, São José do Rio Claro, São Vicente e Aragarças, respectivamente. Apenas para a estação “Padre Ricardo Remetter” notou-se tendências de diminuição da temperatura média anual ao longo do período de avaliação. As metodologias para definição das classificações climáticas e BHC podem ser consideradas como critérios muito apropriados para definir as características climáticas do local e para tanto se utilizam os valores médios mensais normais, ou quando aplicadas para séries temporais menores, perfazem como indicativo da tendência climática da região.

Muitos trabalhos mostram evidências quanto aos efeitos das mudanças climáticas regionais, particularmente nas variações da temperatura do ar (DANTAS et al., 2007; BLAIN et al., 2009; BLAIN, 2010). Contudo, para séries temporais inferiores às normais climatológicas (30 anos) não são recomendadas atribuir possíveis causas (El Niño/Oscilação Sul; aquecimento global; alteração climática cíclica; ações

antrópicas, dentre outras) para as tendências observadas. Por conseguinte, para a agricultura, a identificação desses ciclos é fundamental para nortear estratégias de adaptação e mitigação (STRECK et al., 2011). As precipitações totais anuais (sem correção de falhas) oscilaram entre 1202,22 e 1974,47 mm (Tabela 12). Na média, 17,48; 16,05; 13,84; 7,07; 2,11; 0,70; 0,72; 0,88; 3,55; 8,70; 12,58 e 16,33% das precipitações ocorrem de janeiro a dezembro, respectivamente. Para as estações localizadas nas regiões Sul, Sudeste e Leste do Estado ocorrem maiores concentrações das precipitações nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (Tabela 11).

Segundo o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2013), nas isoeitas médias anuais (1977 a 2006) para o estado de Mato Grosso, para as regiões das estações avaliadas são esperados os seguintes totais anuais de precipitação: menor que 1000 mm (Cáceres); entre 1600 e 1700 mm (Canarana); entre 1600 e 1700 mm (Cuiabá); entre 1600 e 1700 mm (Diamantino); entre 1800 e 1900 mm (Gleba Celeste); entre 2000 e 2100 mm (Matupá); entre 1500 e 1600 mm (Nova Xavantina); entre 1500 e 1600 mm (Padre Ricardo Remetter); entre 1500 e 1600 mm (Poxoreo); entre 1400 e 1500 mm (Rondonópolis); entre 1700 e 1800 mm (São José do Rio Claro); entre 1800 e 1900 mm (São Vicente); menor que 1500 1700 mm (Aragarças).

Tabela 11. Precipitação e evapotranspiração potencial média mensal e anual, nas estações meteorológicas convencionais da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no Estado de Mato Grosso.

Estações	Meses											Total Anual	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov		Dez
Precipitação (mm)													
Cáceres	230,90	186,44	156,18	89,51	38,08	19,44	20,13	14,85	46,22	81,11	128,24	191,12	1202,22
Canarana	314,28	338,80	242,98	128,35	8,89	13,86	18,13	5,30	59,77	163,45	228,63	291,42	1813,85
Cuiabá	240,18	231,16	214,19	114,98	45,26	14,79	12,16	15,04	57,18	146,61	190,38	213,44	1495,36
Diamantino	270,84	287,54	252,45	132,60	58,24	15,28	23,89	34,72	78,26	168,68	221,74	249,28	1793,51
Gleba Celeste	310,85	348,39	288,19	120,75	25,90	7,99	4,88	9,50	60,21	182,23	271,04	344,54	1974,47
Matupá	293,62	295,52	297,89	154,37	31,44	5,12	4,09	14,32	80,04	174,42	195,73	268,30	1814,86
Nova Xavantina	283,66	205,84	185,26	77,64	4,71	3,18	4,68	3,42	32,22	96,23	207,57	230,85	1335,26
Padre Ricardo	200,79	189,09	163,98	104,86	27,94	14,28	10,89	16,72	43,71	94,21	157,17	227,59	1251,23
Poxoreo	283,02	258,08	277,34	111,45	40,63	8,87	5,47	17,96	79,90	150,82	203,98	283,64	1721,15
Rondonópolis	279,43	255,74	145,98	95,26	35,99	9,56	6,69	5,51	33,48	113,31	164,92	270,20	1416,07
São José do Rio	361,15	260,76	235,19	88,84	38,66	13,65	6,61	4,72	55,72	157,57	219,93	298,92	1741,71
São Vicente	251,84	288,48	247,65	179,96	56,94	5,98	21,93	26,73	75,43	183,66	238,89	254,09	1831,58
Aragarças*	297,89	222,56	207,11	81,64	24,54	8,18	6,65	14,08	48,31	131,08	202,01	269,61	1513,66
Evapotranspiração potencial (mm)													
Cáceres	154,04	135,19	144,36	131,79	125,05	111,97	115,24	125,65	134,60	140,12	149,51	145,14	1612,66
Canarana	122,88	107,81	118,31	113,04	103,78	89,31	96,85	128,63	145,23	143,75	129,10	123,98	1422,67
Cuiabá	181,13	140,76	159,13	146,82	121,92	86,25	91,29	119,46	149,62	162,31	184,30	185,29	1728,26
Diamantino	133,87	117,64	127,15	113,68	92,98	75,70	76,24	106,72	127,42	141,50	126,75	137,39	1377,04
Gleba Celeste	120,92	107,13	118,95	114,33	103,82	83,66	84,11	100,45	118,40	131,02	122,30	122,17	1327,29
Matupá	120,18	88,32	116,05	116,91	112,90	98,52	82,79	97,65	101,56	129,98	124,50	122,55	1311,92
Nova Xavantina	104,87	116,14	124,61	113,31	89,99	54,95	73,08	98,62	131,42	117,87	134,64	133,04	1292,53
Padre Ricardo	160,72	137,89	148,39	126,69	87,76	74,51	72,45	112,08	136,36	170,87	161,50	164,42	1553,62
Poxoreo	128,42	111,40	120,41	104,98	80,47	62,21	63,14	85,72	108,60	129,25	126,54	129,91	1251,04
Rondonópolis	137,19	120,04	129,52	112,33	82,18	73,99	76,55	106,78	136,45	147,88	141,94	139,64	1404,50
São José do Rio	127,39	113,01	123,42	110,87	91,64	75,76	76,45	93,55	117,48	103,02	128,62	129,08	1290,29
São Vicente	106,72	93,10	101,29	92,80	74,01	70,52	71,68	94,07	97,45	113,95	106,45	108,92	1130,96
Aragarças*	134,91	119,13	129,72	108,73	95,18	74,86	77,74	109,34	140,56	158,52	139,95	122,91	1411,56

*Município localizado na divisa política entre os Estados de Mato Grosso e Goiás.

As variações pluviométricas totais mensais e anuais das chuvas são decorrentes do comportamento da circulação atmosférica regional ao longo do ano, em conjunto com fatores geográficos locais ou regionais (PEREIRA et al., 2002). Por conseguinte, de acordo com classificação climática elaborada por Sette; Tarifa (2000a), os sistemas atmosféricos que atuam no Mato Grosso são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Sistema Equatorial, Sistema Tropical Continental (STC), Sistema Tropical Atlântico (STA), Sistema Polar Atlântico (SPA), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Segundo Nimer; Brandão (1989) a média anual da precipitação no Norte de Mato Grosso pode atingir valores superiores a 2750mm. Tais valores diminuem nas direções Leste, Oeste e Sul do estado, resultando numa distribuição espacial e temporal irregular, durante todo o ano, com máximos no verão e mínimos no inverno, com concentrações de 70% do total de chuvas entre novembro e março (verão) e cujos meses mais chuvosos concentram-se no intervalo de janeiro a março. Durante esse trimestre a precipitação chega a atingir de 45% a 55% do total anual das chuvas (SETTE; TARIFA, 2000b).

Em contrapartida o inverno é extremamente seco, com chuvas raras e distribuídas em quatro a cinco dias nos meses de junho, julho e agosto, concentrando totais muito baixos, entre 20 e 80mm, decorrentes quase que exclusivamente das formações frontais, que são

proporcionadas pela passagem de frentes polares trazidas do Sul pelo anticiclone polar. As ocorrências de chuvas no extremo Norte do Estado de Mato Grosso são consequências do sistema de circulação perturbada de oeste (W) provocadas por ventos trazidos por linhas de instabilidades tropicais (IT).

Outro importante fator climático que atua no estado de Mato Grosso e altera os níveis de precipitação é a altitude, que permite as diferenças nas condições térmicas e pluviais entre as estações de Cuiabá e São Vicente. A cidade de Cuiabá, a 180 m de altitude e o distrito de São Vicente da Serra (pertencente ao município de Santo Antônio do Leverger) com 800 m de altitude, apesar de se situarem em latitudes semelhantes (0,2° de diferença) distam-se em torno de 80 km, contudo, podem apresentar diferenças nas médias mensais de até 5 °C, com aumento da velocidade do vento e das precipitações e diminuição da evapotranspiração (MORENO et al., 2005).

Na Tabela 12 são apresentadas as variáveis do balanço hídrico climatológico (BHC) para a estação "Gleba Celeste", localizada no município de Vera, mas que pode ser considerada como representativa para as condições climáticas da região de Sinop, Sorriso, Santa Carmem, Feliz Natal, Nova Ubiratã e Lucas do Rio Verde e Ipiranga do Norte. Nesse caso, observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 284,16 mm, distribuídas entre maio e setembro; e excedente hídrico anual de 931,34 mm concentrados entre novembro e abril. Nas

Figuras 2 a 5 são apresentadas as representações gráficas completas do BHC para as 13 estações meteorológicas.

Tabela 12. Extrato das variáveis do balanço hídrico climatológico (em mm) segundo Thornthwaite; Mather (1955), para a estação meteorológica “Gleba Celeste”, no período de 1971-2010.

Mês	P	ETP	P-ETP	ALT	ETR	DEF	EXC
J	310,85	120,92	189,94	0	120,92	0	189,9
F	348,39	107,13	241,26	0	107,13	0	241,3
M	288,19	118,95	169,24	0	118,95	0	169,2
A	120,75	114,33	6,41	0	114,33	0	6,4
M	25,90	103,82	-77,92	-54,1	80,02	23,8	0
J	7,99	83,66	-75,67	-24,4	32,34	51,3	0
J	4,88	84,11	-79,23	-11,8	16,66	67,5	0
A	9,50	100,45	-90,95	-5,8	15,32	85,1	0
S	60,21	118,40	-58,19	-1,7	61,94	56,5	0
O	182,23	131,02	51,20	51,2	131,02	0	0
N	271,04	122,30	148,73	46,6	122,30	0	102,1
D	344,54	122,17	222,37	0	122,17	0	222,4
Anual	1974,47	1327,29	647,18	0	1043,13	284,2	931,3

P: precipitação; ETP: evapotranspiração potencial ou de referência; ALT: alteração do armazenamento de água no solo (+ indica recarga; - indica retirada); ETR: evapotranspiração real; DEF: deficiência hídrica; EXC: excesso hídrico. Considerando CAD = 100 mm.

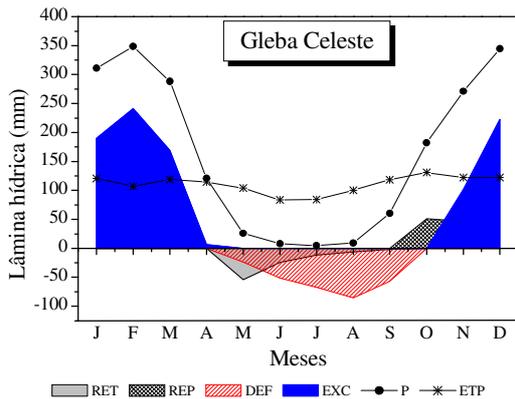


Figura 2. Representação gráfica completa do BHC para a estação meteorológica convencional “Gleba Celeste”, na região Norte do Estado de Mato Grosso.

A posição geográfica, associada a fatores climáticos, geológicos, pedológicos, fitoecológicos, geomorfológicos e hídricos, condiciona uma grande complexidade ambiental ao Estado de Mato Grosso, onde se sucedem no eixo espacial sul-norte o Complexo do Pantanal no Sul, as formações savânicas na região Centro-Sul, uma variedade de ambientes de transição ecológica na região central e, finalmente, as formações amazônicas no Norte. Associados às políticas públicas e às variáveis socioeconômicas, que dirigiram os processos de ocupação do Estado, estes vários ambientes condicionaram, historicamente, diferentes dinâmicas e características do uso e ocupação do solo, que por sua vez alteraram as repostas do ambiente quanto as variáveis climáticas.

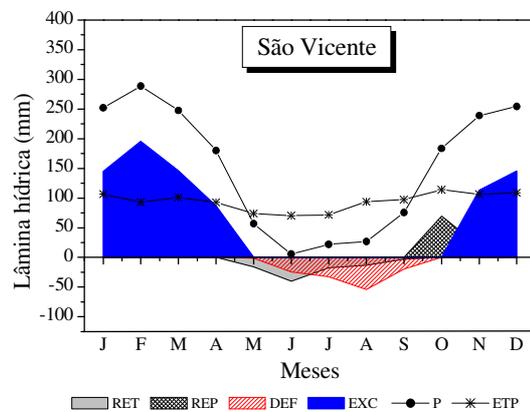
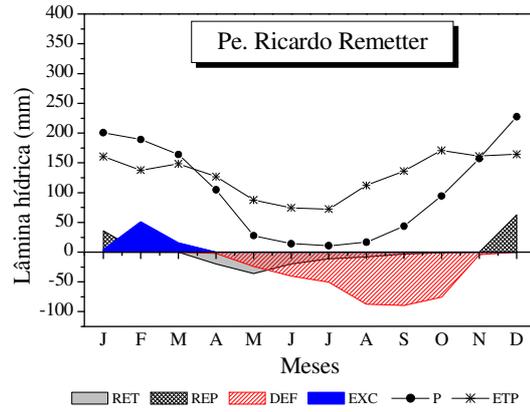
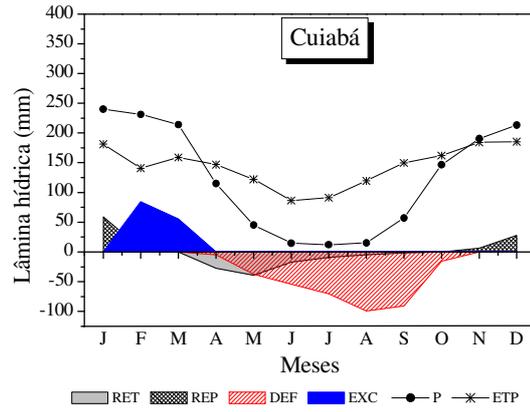
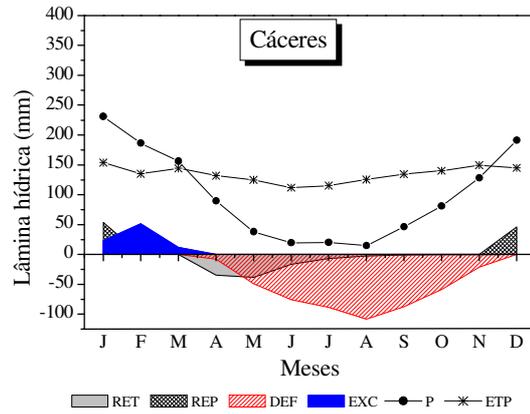


Figura 3. Representação gráfica completa do BHC para as estações convencionais de “Cáceres”, “Cuiabá”, “Padre Ricardo Remetter” e “São Vicente”, nas regiões da Baixada Cuiabana e Serrana do Estado de Mato Grosso.

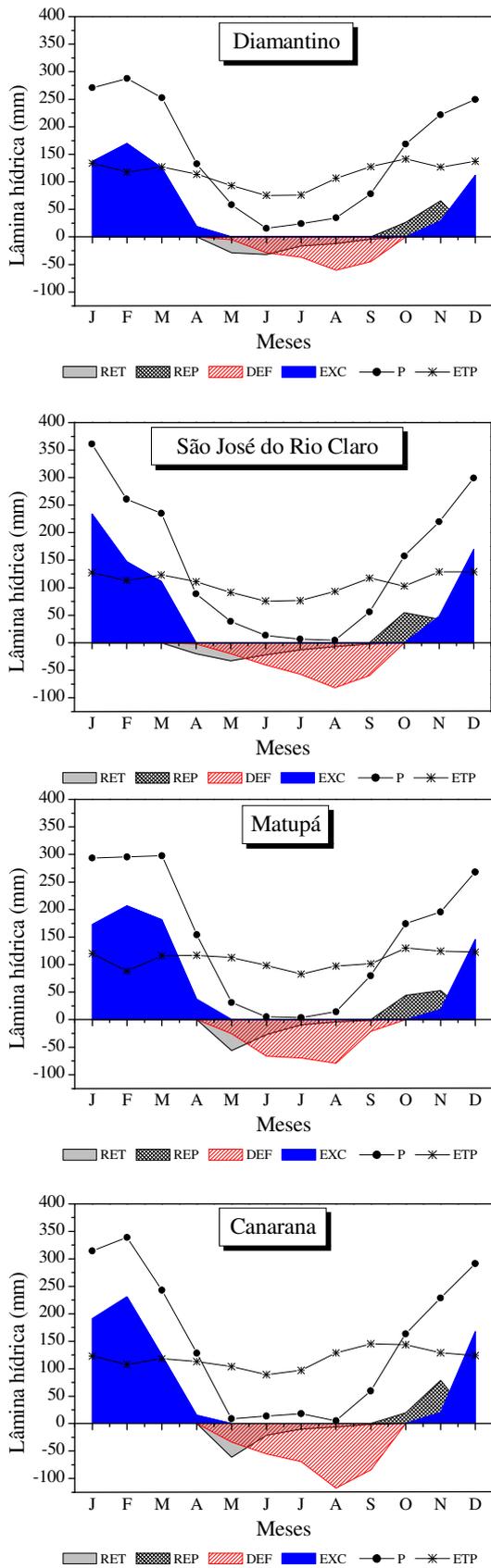


Figura 4. Representação gráfica completa do BHC para as estações convencionais de “Diamantino”, “São José do Rio Claro”, “Matupá” e “Canarana”, nas regiões do Médio Norte, Norte e Leste do Estado de Mato Grosso.

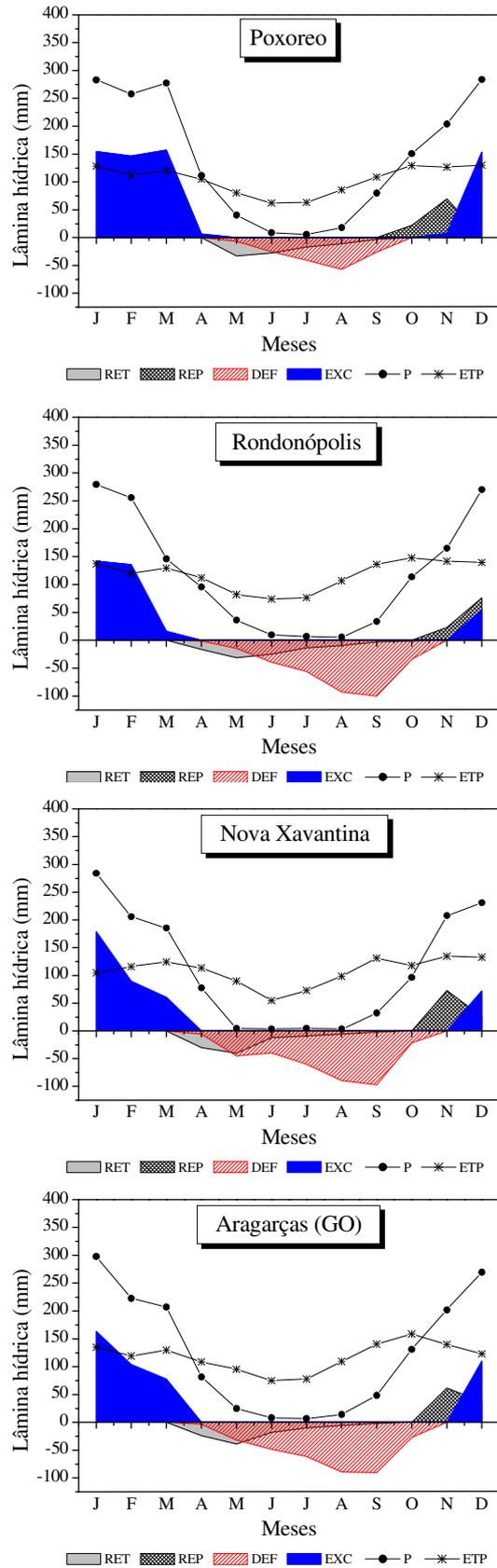


Figura 5. Representação gráfica completa do BHC para as estações convencionais de “Poxoreo”, “Rondonópolis”, “Nova Xavantina” e “Aragarças”, nas regiões Sul e Sudeste do Estado de Mato Grosso e na divisa MT/GO.

Nesse contexto, pelo Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico do Estado, que engloba aspectos do meio físico e biótico (geologia, geomorfologia, solos, clima, recursos hídricos, vegetação e fauna) e meio sócio econômico (dinâmica econômica, dinâmica demográfica e condições de vida da população) são compartimentadas 12 regiões de planejamento. A distribuição dos BHC nas regiões da Baixada Cuiabana e Serrana (Figura 3), Médio Norte, Norte e Leste (Figura 4) e Sul e Sudeste (Figura 5) do Estado de Mato Grosso, objetivou avaliar as diferenças existentes entre períodos de excedentes hídricos e deficiências hídricas para as regiões das treze estações meteorológicas avaliadas.

Ressalta-se que o BHC proposto por Thornthwaite; Mather (1955) também pode ser utilizado para o acompanhamento do armazenamento de água no solo em tempo real, isto é, no momento ou até mesmo num determinado período já ocorrido, nesse sentido, este balanço, deixa, então, de ser cíclico e passa a representar sequencialmente os valores de entradas e saídas no sistema solo-planta-atmosfera. Para fins agrometeorológicos, os balanços hídricos sequenciais são importantes para definições de períodos para plantio, mecanização, colheita, pulverizações, manejo da irrigação, dentre outros (SANTOS et al., 2013).

Para fins de classificação climática, destaque-se que na estação de São Vicente, as temperaturas mínimas médias são de 19,94; 17,29; 16,95; 16,32; 17,81 e 18,99 °C para os meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, respectivamente. Esse destaque é importante, visto que, considerando os padrões de precipitação, temperatura do ar e tipo de vegetação regional, e adaptando a classificação climática de Köppen, as regiões das 13 estações meteorológicas avaliadas apresentam predominantemente dois tipos climáticos: tropical de savana (Aw) quente semi-úmido (4 a 5 meses secos); e temperado ou tropical de altitude (Cwa) quente úmido (3 meses secos).

Para tanto, os respectivos tipos climáticos são caracterizados como: i) *Clima Tropical de Savana (Aw)*: clima tropical com temperaturas médias superiores a 18 °C em todos os meses. A estação seca ocorre no outono/inverno e a estação chuvosa, na primavera/verão. Ocorre na região Norte, Médio-Norte, Centro-Sul do Estado de Mato Grosso e em partes do Pantanal, que corresponde todas as estações meteorológicas avaliadas com exceção da estação de São Vicente; ii) *Clima Temperado ou Tropical de Altitude (Cwa)*: clima chuvoso, com inverno seco, onde as temperaturas do mês mais quente são acima de 22 °C. Ocorre na região Serrana do Estado, em áreas com altitudes próximas a 800 m. Essa classificação climática para a região de São Vicente corrobora com Roboredo et al. (2010), que indicam que o clima dessa área, segundo a classificação de Köppen é do tipo transição Cwa - (Cwb).

Segundo Moreno et al. (2005) em aplicações de adaptações (diferentes das empregadas nesse trabalho) na classificação climática de Köppen, o estado de Mato Grosso pode apresentar até cinco tipos climáticos: Af, Aw e três variações em Cwa. Já na classificação de Arthur Strahler, pela posição latitudinal e extensão territorial, ocorrem os climas equatorial quente-úmido e tropical seco-úmido. Quanto a classificação climática de

Thornthwaite (1948) observa-se maiores variabilidades de tipos climáticos para as 13 estações avaliadas (Tabela 13). No entanto, independentemente do local, são predominantes as características de clima megatérmico e com concentrações da ETP no verão inferiores a 40% quando comparadas com os totais anuais e chuvas concentradas no verão/outono, com deficiências hídricas no inverno/primavera.

Tabela 13. Dados das estações meteorológicas convencionais avaliadas no estudo.

Estação	Ih	Ia	Iu	Classe climática
Cáceres	5,34	30,7	-13,13	C ₁ wA'a'
Canarana	52,72	25,2	37,59	B ₁ wA'a'
Cuiabá	8,08	21,5	-4,85	C ₁ dA'a'
Diamantino	42,99	12,7	35,34	B ₁ rA'a'
Gleba Celeste	70,17	21,4	57,32	B ₂ wA'a'
Matupá	58,25	19,9	46,30	B ₁ wA'a'
Nova Xavantina	31,02	27,7	14,39	C ₂ wA'a'
Padre Ricardo Remetter	4,57	24,0	-9,85	C ₁ dA'a'
Poxoreo	50,03	12,4	42,56	B ₂ rA'a'
Rondonópolis	24,86	24,0	10,44	C ₂ wA'a'
São José do Rio Claro	55,16	20,1	43,06	B ₂ wA'a'
São Vicente	73,60	11,6	66,61	B ₃ rB' ₄ a
Aragarças*	32,14	24,9	17,20	C ₂ wA'a'

*Município localizado na divisa política entre os Estados de Mato Grosso e Goiás. Fonte: INMET (2013).

4. CONCLUSÕES

No estado de Mato Grosso existem duas estações climáticas bem definidas: chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro). As precipitações totais anuais variam de aproximadamente 1200 a 2000 mm para as estações avaliadas, com maiores níveis nas regiões Norte e Médio Norte do Estado e nas regiões com altitudes próximas a 800m.

Pela classificação climática de Köppen, as treze estações avaliadas apresentam apenas dois tipos climáticos: Aw (demais estações) e Cwa (São Vicente). Ocorrem predominâncias de climas megatérmicos, com concentrações da ETP no verão inferiores a 40% e chuvas concentradas no verão/outono, com deficiências hídricas no inverno/primavera. As regiões Norte, Sul, Sudeste e Serrana são mais úmidas quando comparadas com a Baixada Cuiabana e o Pantanal.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela disponibilização aos autores, das bases de dados meteorológicos históricos inseridos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).

6. REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332p.

BLAIN, G.C. Séries anuais de temperatura máxima média do ar no estado de São Paulo: variações e tendências climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.25, n.1, p.114-124, mar. 2010.

- BLAIN, G. C. et al. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.807-815, jul./set. 2009.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Estado do Mato Grosso: isoietas anuais médias - período 1977 a 2006**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&sid=9>>. Acesso em: 08 ago. 2013.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.1-11, jan./mar. 2009.
- DANTAS, A. A. A. et al. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.
- HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no município de Taubaté, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 2, n. 2, p. 32-46, jul./dez. 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de dados por Estado**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 03 ago. 2013.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 01 jun. 2013.
- KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 388p.
- KUINCHTNER, A.; BURIOL, G.A. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v.2, n.1, p.171-182, jan./dez. 2001.
- MORENO, G. et al. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. 296p.
- NIMER, E.; BRANDÃO, A.M.P.M. **Balanço hídrico e clima da região dos cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 166p.
- NOBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.3, n.1, p.18-22, maio/ago. 2010.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 436 p.
- PEREIRA, A. R. et al. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- ROLIM, G. S. et al. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, out./dez. 2007.
- SANTOS, G. O. et al. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 3, p. 142-149, out./dez. 2010.
- SANTOS, R. B. et al. Planejamento da pulverização de fungicidas em função das variáveis meteorológicas na região de Sinop – MT. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.6, n.1, p.72-88, jan./abr. 2013.
- SETTE, D. M.; TARIFA, J. R. A estrutura pluvial e as paisagens no Mato Grosso – Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2000b.
- SETTE, D. M.; TARIFA, J. R. O holótipo e a gênese dos climas no Mato Grosso – Brasil, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2000a.
- STRECK, N. A. et al. Variabilidade interdecadal na série secular de temperatura do ar em Santa Maria, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p.781-790, ago. 2011.
- THORNTHWAITTE, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. **Geography Review**, New York, v.38, n.1, p.55-94, jan. 1948.
- THORNTHWAITTE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.
- VAREJÃO SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: Versão Digital, 2006. 463 p.