



## Balanço Hídrico Climatológico e Classificação Climática da Região de Sinop, Mato Grosso

## Climatic Water Balance and Classification of Climate of the Region Sinop, Mato Grosso State, Brazil

L. L. Mota <sup>1</sup>; D. Botton; R. C. Fonseca; W. C. Silva; + A. P. Souza

<sup>1</sup> Curso Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop  
+ Autor correspondente: [adilsonpacheco@ufmt.br](mailto:adilsonpacheco@ufmt.br)

### Resumo

Objetivou-se realizar a caracterização climática da região de Sinop-MT, por meio da base de dados meteorológicos diários da estação meteorológica convencional "Gleba Celeste" (12°12'S e 56°30'W, com altitude de 415m), do período de 07/1972 a 07/2010. Pelo balanço hídrico climatológico a região apresenta precipitações anuais de 1974,47 mm e evapotranspiração anual de referência (ET<sub>o</sub>) obtida pelo método de Thornthwaite igual a 1327,29 mm, com oscilações das deficiências e excedentes hídricos dependentes da capacidade de água disponível do solo. A região apresenta os tipos climáticos Aw e B<sub>2</sub>wA'a' para as classificações de Köppen e de Thornthwaite, com as estações bem definidas: chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro).

**Palavras-chave:** séries temporais, temperatura do ar, evapotranspiração.

### Abstract

Evaluated the climatic characterization of region of Sinop-MT, through the database of daily of the conventional meteorological station "Gleba Celeste" (12 ° 12'S and 56 ° 30'W, at an altitude of 415m), the period 07/1972 to 07/2010. Climatic water balance by region shows annual rainfall of 1974.47 mm and annual reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) obtained by the method of Thornthwaite equal to 1327.29 mm, with oscillations of deficiencies and excess water dependent water holding capacity of the soil. The region presents the types and climatic Aw and B<sub>2</sub>wA'a' for Köppen's and Thornthwaite's climatic classification method, with well-defined seasons: rainy (October to April) and dry (May to September).

**Keywords:** time series climatic, air temperature, evapotranspiration.

## Introdução

A informação climática é fundamental para inúmeras áreas de aplicação, pois estabelece o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera para determinadas condições geográficas. A busca por estratégias para as avaliações dos fenômenos atmosféricos adversos, produção agropecuária e interação da bioclimatologia com a biodiversidade (fauna e flora) dependem fortemente dos efeitos do tempo e do clima.

Atualmente a caracterização estatística de séries temporais de dados climáticos deve considerar a existência de possíveis alterações no regime esperado das variáveis em estudo na análise do clima de uma região. 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, além de serem fundamentais para a elaboração dos zoneamentos climáticos (Rolim et al., 2007; Cunha e Martins, 2009).

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.

Na região do município de Sinop, as séries temporais de dados meteorológicos consistidos que permitem avaliações do comportamento climático da região são obtidas da estação denominada Gleba Celeste (instalada no município de Vera-MT). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar o balanço hídrico climatológico em conjunto com a caracterização e a classificação climática

da região de Sinop-MT, para o período de 1972 e 2010.

## Métodos

O estudo foi desenvolvido com a base de dados meteorológicos diários da estação meteorológica convencional denominada Gleba Celeste (pertencente a rede de estações do INMET), no período de julho de 1972 a julho de 2010. A estação meteorológica está localizada em 12°12'S e 56°30'W, com altitude de 415m. Analisou-se a consistência dos dados diários e os valores discrepantes e/ou falhas existentes foram eliminados, principalmente no período de 1990 a 1997.

Para a classificação climática da região estudada empregou-se as metodologias de Köppen (baseada em valores médios anuais e mensais de temperatura e precipitação) e de Thornthwaite (1948), que considera os índices de aridez, hídrico e de umidade em conjunto com a evapotranspiração potencial (Cunha & Martins, 2009).

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi obtido segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955), assumindo as variações para a capacidade de água disponível no solo de 75, 100, 125 e 150mm. Para tanto a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi obtida pelo método de Thornthwaite (1948), que foi um dos primeiros métodos desenvolvidos exclusivamente para estimativas na escala mensal e em regiões de clima úmido na escala mensal. Inicialmente calcula-se a evapotranspiração potencial padrão (ETP, mm/mês), através das equações 1 e 2.

$$ETP = 16 * (10 * T_n / I)^a \quad (01)$$

$$0 < T_n < 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$ETP = -415,85 + 32,24 T_n - 0,43 T_n^2 \quad (02)$$

$$T_n \geq 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

em que: T<sub>n</sub> a temperatura média do mês n, em °C; e I é um índice que expressa o nível de calor da região. O subscrito n representa o mês. O valor de I depende do ritmo anual da temperatura e integra o

efeito térmico de cada mês (eq. 03). O expoente  $a$ , é uma função de  $I$  (eq. 04).

$$I = \sum (0,2 * T_a)^{1,514} \quad (03)$$

$$a = 0,49239 + 1,7912 \times 10^{-2} * I - 7,71 \times 10^{-5} * I^2 + 6,75 \times 10^{-7} * I^3 \quad (04)$$

em que:  $T_a$  = temp. média anual normal.

O valor de ETP 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. Portanto, a ETP deve ser corrigida para se obter a ETo.

$$COR = N/12 * NDP/30 \quad (05)$$

em que:  $N$  = fotoperíodo do mês em questão;  $NDP$  = dias do período em questão.

Portanto a evapotranspiração de referência (ETo) foi obtida por:

$$ETo = ETP * COR \quad (06)$$

## Resultados e Discussão

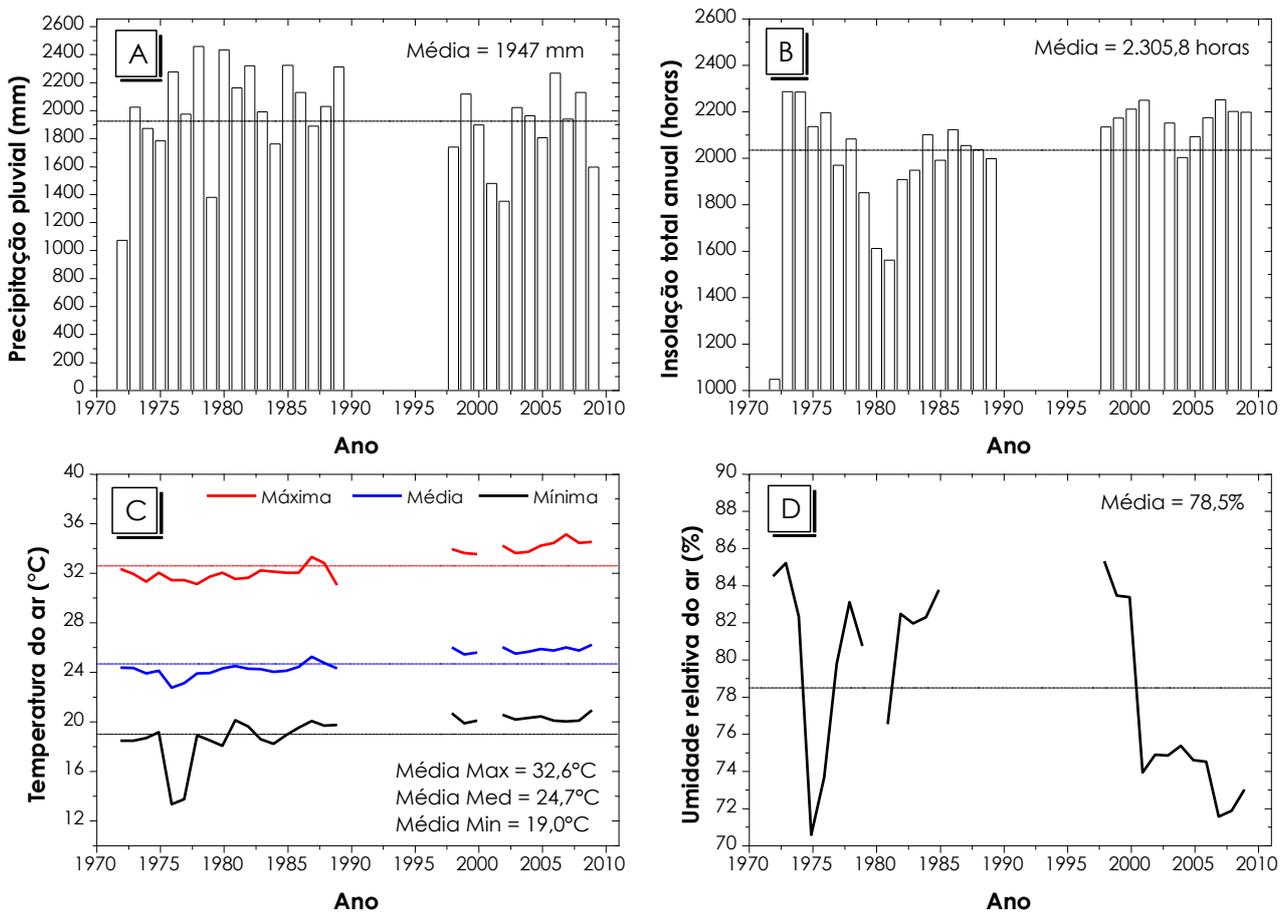
Foram observadas variações de totais anuais de precipitação pluvial entre 1381,2 e 2458,8 mm, para os anos de 1979 e 1978 (Figura 1). Por conseguinte, as médias anuais das temperaturas máximas, médias e mínimas, oscilaram entre 30,9 e 35,0°C; 22,62 e 26,11°C; 13,22 e 20,81°C, respectivamente, enquanto que, as médias anuais da umidade relativa do ar variaram entre 71,47 (2007) e 85,12% (1973). Para tanto, em todo o período avaliado (1972 a 2010), os extremos de temperatura do ar foram de 1,70°C (27/03/1998) e 40,80°C (09/09/2008).

Entre os meses de outubro e março ocorrem 88,39% das precipitações totais anuais (Figura 2). Esse comportamento decorre do aumento das razões de nebulosidade, que por sua vez, diminuem os níveis mensais de insolação na primavera e verão. As temperaturas médias anuais verificadas foram de 24,70°C, com médias mensais máximas e mínimas de 34,42±1,62 e 22,96±1,42 °C em agosto e julho, respectivamente. Por conseguinte, os níveis de umidade relativa do ar médios mensais oscilaram entre 65,99±10,03% (agosto) e 85,54±4,07 (janeiro).

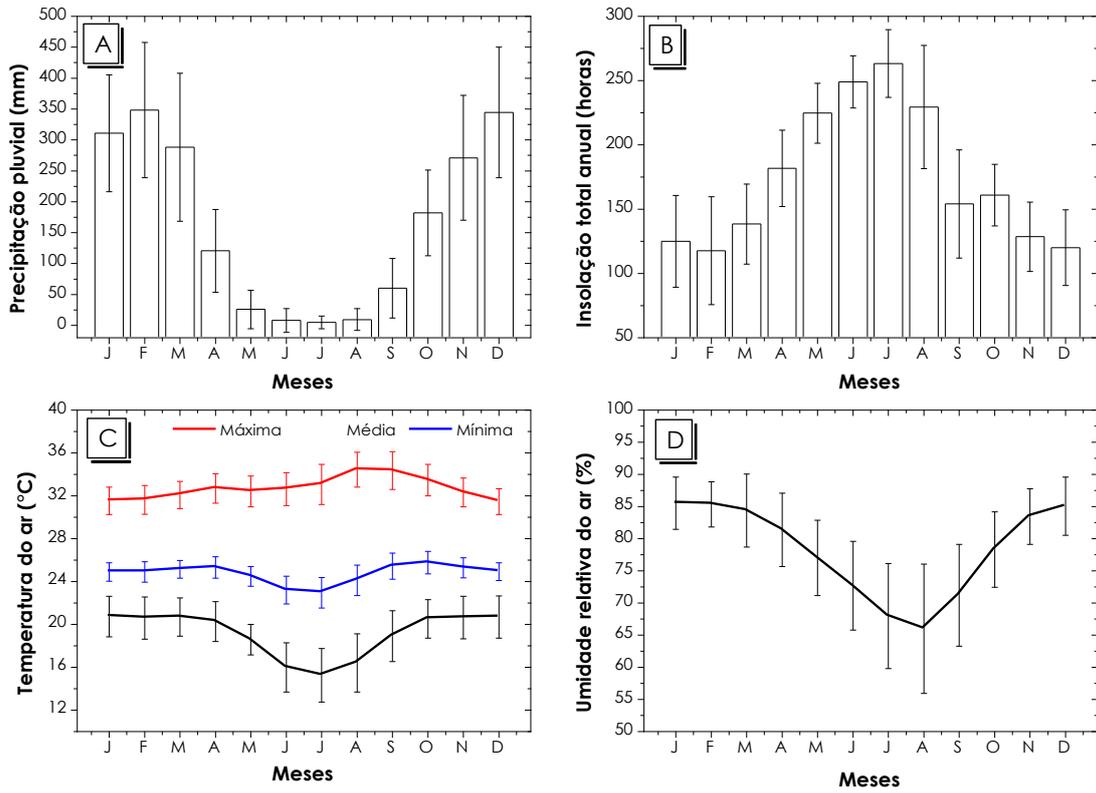
As Tabelas 1 e 2 apresentam as aplicações do balanço hídrico climatológico para diferentes capacidades de água disponível no solo (CAD) e indicam a existência da estação seca entre maio e setembro, com deficiências hídricas anuais que variam de 243,72 a 307,43 mm e excedentes hídricos de 954,61 e 890,90 mm, para CAD de 75 e 150 mm, respectivamente.

Por conseguinte, segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo tropical quente e úmido (Aw), caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: chuvosa (entre outubro a abril) e seca (de maio a setembro), e pela pequena amplitude térmica anual, com médias mensais variando entre 23,5° C e 25,5° C e máximas inferiores a 36 °C.

Foram os valores de 70,17; 21,41 e 57,32 para o índice hídrico, de aridez e de umidade, respectivamente. Dessa forma, pela classificação de Thornthwaite (1948), a região é caracterizada como sendo do tipo B<sub>2</sub>wA'a', clima úmido com moderada deficiência no inverno, megatérmico, com ETo anual de 1327,29 mm e com concentração de 25,85% da ETo no verão.



**Figura 1.** Valores anuais totais da precipitação pluvial (A) e insolação (B) e médias anuais da temperatura do ar (C) e umidade relativa do ar (D), na estação meteorológica "Gleba Celeste" (12°12'S e 56°30'W) entre 1972 e 2010.



**Figura 2.** Médias mensais de precipitação pluvial (A), insolação acumulada (B), temperatura do ar (C) e umidade relativa do ar (D), na estação meteorológica "Gleba Celeste" (12°12'S e 56°30'W) entre 1972 e 2010.

**Tabela 1.** Balanço hídrico climatológico para a estação meteorológica "Gleba Celeste" (12°12'S e 56°30'W) entre 1972 e 2010, considerando CAD de 100 mm.

Mês	P (mm)	ETo (mm)	P-ETP	NAC	ARM	ALT	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
J	310,85	120,92	189,94	0	100	0	120,92	0,00	189,94
F	348,39	107,13	241,26	0	100	0	107,13	0,00	241,26
M	288,19	118,95	169,24	0	100	0	118,95	0,00	169,24
A	120,75	114,33	6,41	0	100	0	114,33	0,00	6,41
M	25,90	103,82	-77,92	-77,92	45,88	-54,12	80,02	23,80	0,00
J	7,99	83,66	-75,67	-153,59	21,53	-24,35	32,34	51,32	0,00
J	4,88	84,11	-79,23	-232,82	9,75	-11,78	16,66	67,45	0,00
A	9,50	100,45	-90,95	-323,78	3,93	-5,82	15,32	85,13	0,00
S	60,21	118,40	-58,19	-381,97	2,19	-1,73	61,94	56,46	0,00
O	182,23	131,02	51,20	-62,74	53,40	51,20	131,02	0,00	0,00
N	271,04	122,30	148,73	0	100	46,60	122,30	0,00	102,13
D	344,54	122,17	222,37	0	100	0	122,17	0,00	222,37
<b>Anual</b>	<b>1974,47</b>	<b>1327,29</b>	<b>647,18</b>			<b>0,0</b>	<b>1043,13</b>	<b>284,16</b>	<b>931,34</b>

CAD: capacidade de água disponível no solo; P: precipitação pluvial; ETo: evapotranspiração potencial e/ou de referência; ARM: armazenamento de água no solo; NAC: variável definida numericamente com dependência de ARM; ALT: alteração de ARM; ETR: evapotranspiração real; DEF: deficiência hídrica; EXC: excedente hídrico.

**Tabela 2.** Extratos do balanço hídrico climatológico para a estação meteorológica "Gleba Celeste" (12°12'S e 56°30'W), para diferentes CAD's.

Mês	CAD = 75 mm			CAD = 125 mm			CAD = 150 mm		
	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
J	120,92	0,00	189,94	120,92	0,00	189,94	120,92	0,00	189,94
F	107,13	0,00	241,26	107,13	0,00	241,26	107,13	0,00	241,26
M	118,95	0,00	169,24	118,95	0,00	169,24	118,95	0,00	169,24
A	114,33	0,00	6,41	114,33	0,00	6,41	114,33	0,00	6,41
M	74,36	29,46	0,00	83,88	19,94	0,00	86,68	17,14	0,00
J	24,85	58,81	0,00	38,43	45,24	0,00	43,34	40,32	0,00
J	11,19	72,92	0,00	22,05	62,06	0,00	26,99	57,12	0,00
A	11,86	88,59	0,00	19,53	80,92	0,00	23,94	76,51	0,00
S	60,75	57,65	0,00	63,70	54,70	0,00	65,78	52,62	0,00
O	131,02	0,00	0,00	131,02	0,00	0,00	131,02	0,00	0,00
N	122,30	0,00	125,40	122,30	0,00	80,82	122,30	0,00	61,69
D	122,17	0,00	222,37	122,17	0,00	222,37	122,17	0,00	222,37
Anual	1019,86	307,43	954,61	1064,44	262,85	910,04	1083,57	243,72	890,90

### Conclusões

A região do município de Sinop apresenta evapotranspiração de referência e precipitações anuais de 1327,29 e 1974,47 mm, com deficiências e excedentes hídricos de 284,16 e 931,34 mm para CAD de 100 mm. Pelas classificações de Köppen e de Thornthwaite a região é do tipo climático Aw e B<sub>2</sub>wA'a'.

### Referências

Cunha, A.R.; Martins, D. 2009. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga* 14(1): 1-11.

Rolim, G.S.; Camargo, M.B.P.; Lania, D.G.; Moraes, J.F.L. 2007. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. *Bragantia* 66(4): 711-720.

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. 1955. *The water balance*. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p.

Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geography Review* 38(1): 55-94.