

EVOLUÇÃO DIURNA DA TEMPERATURA DO AR E DA UMIDADE RELATIVA DO AR NO MUNICÍPIO DE SINOP, REGIÃO NORTE DO MATO GROSSO

Janaina da Silva Schmitt¹; Matheus Frederico Back Koelln¹; Brena Geliane Ferneda¹; Aline de Oliveira¹; Adilson Pacheco de Souza²

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, UFMT, Campus, Sinop, Av. Alexandre Ferronato 1200, Distrito Industrial, Cep: 78557-267, Sinop, MT, Brasil.

² Professor Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, UFMT, Sinop – MT. E-mail: adilsonpacheco@ufmt.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014 – Campo Grande - MS

RESUMO: Objetivou-se avaliar a sazonalidade horária média mensal da temperatura do ar e umidade relativa do ar, em conjunto com a geração e validação de modelos temporais de estimativa, para o município de Sinop (11,85° S; 55,56° W, 371m de altitude), Mato Grosso, no período de 2006 a 2013. Foram aplicados os indicativos estatísticos MBE, RMSE, índice de ajustamento e índice de desempenho para avaliação do desempenho estatístico. Em Sinop, as maiores médias das temperaturas máximas ocorreram as 15h em agosto (34,85 °C) e setembro (34,73 °C) e as menores médias das mínimas ocorreram as 6h em janeiro (21,70 °C) e novembro (21,92 °C). As amplitudes das umidades relativas médias horárias foram de 30; 26; 25 e 29% em novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, respectivamente, com valores mínimos superiores a 60,85%. As maiores amplitudes horárias da temperatura do ar foram observadas em julho e agosto (inverno), sendo agosto considerado o mais seco, com umidade relativa do ar média diária de 44,78±12,74%. Os melhores desempenhos em estimativas de temperatura e umidade relativa do ar podem ser obtidos com equações temporais mensais, com espalhamentos inferiores a 3,0 °C, independentemente da época do ano.

PALAVRAS-CHAVES: amplitude térmica, partição temporal, indicativos estatísticos

DIURNAL EVOLUTION OF AIR TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY OF AIR AT SINOP, NORTHERN OF MATO GROSSO

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the seasonal monthly average hourly air temperature and relative humidity, together with the generation and validation of temporal estimation models for the Sinop (11.85° S; 55.56° W; 371m asl), Mato Grosso State, Brazil, in the period 2006-2013. Statistical indicative MBE, RMSE, index of adjustment and performance for assessing the statistical performance were applied. In Sinop, the highest mean maximum temperatures occurred in August at 15h (34.85 °C) and September (34.73 °C) and the lowest mean trough occurred in January 6h (21.70 °C) and November (21.92 °C). The amplitudes of relative humidity's hourly averages were 30, 26, 25 and 29% in November, December, January and February, respectively, with higher minimum amounts 60.85%. The highest hourly amplitudes of air temperature were observed in July and August (winter) and August considered the driest, with relative humidity of the air daily average 44.78±12.74 %. The best performances on estimates of temperature and relative humidity can be obtained with monthly temporal equations with scattering below 3.0 °C, regardless of the time of year.

KEYWORDS: thermal amplitude, temporal partition, statistical indicative

INTRODUÇÃO:

A caracterização das condições térmicas e da presença de vapor d'água na atmosfera de uma região são informações básicas para o zoneamento agroclimático e o planejamento agropecuário. Com as discussões sobre as variações da temperatura do ar provocadas por ações antropogênicas, se torna fundamental conhecer a evolução desse elemento meteorológico, em conjunto com a umidade relativa do ar, pois norteiam não apenas o desempenho agropecuário, mas também as próprias condições de qualidade do ar para a sociedade local (Pereira et al., 2002). Normalmente a variação diária da temperatura do ar está diretamente relacionada com o balanço de energia na superfície, que também é

empregado no aquecimento do solo, evapotranspiração e fotossíntese. Por conseguinte, a alteração da umidade relativa do ar pode advir exclusivamente de alteração na temperatura ambiente, aumentando quando a temperatura diminui e vice-versa (Pereira et al, 2002). Estudos envolvendo esses dois elementos meteorológicos são limitados pela deficiência de dados e, principalmente, na falta de séries históricas confiáveis que, muitas vezes, comprometem o detalhamento e a precisão dos estudos de zoneamento agroclimático. Com o advento dos sensores eletrônicos, a obtenção de elementos meteorológicos ocorre praticamente em tempo real, favorecendo a tomada de decisão com relação ao manejo de irrigação, aplicação de defensivos, riscos de incêndios, previsão de geadas, ocorrência de pragas e doenças, dentre outras aplicações agrometeorológicas. O Estado de Mato Grosso apresenta uma carência de informações meteorológicas em função da dimensão territorial e pelo pequeno número de estações conectadas em rede e diante das considerações apresentadas, este trabalho objetivou avaliar a evolução diurna e anual da temperatura e da umidade relativa do ar, com base em médias mensais horárias e diárias, juntamente com o desempenho de modelos estatísticos temporais para suas estimativas no município de Sinop – MT.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que possui uma estação meteorológica automática no município de Sinop – MT, localizada em 11,98° S, 55,56° W e altitude de 371 m. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido (Aw, segundo classificação de Köppen), que é o tipo climático predominante do Centro-Norte do Estado de Mato Grosso e caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: uma chuvosa (entre outubro a abril) e outra seca (de maio a setembro), e pela pequena amplitude térmica anual, com médias mensais oscilando entre 24° C e 27° C. A precipitação média anual é de 2000 mm, sendo acima de 50% entre os meses dezembro e fevereiro e cerca de 1% ocorrem historicamente, entre junho e agosto (Souza et al., 2013). As coletas empregadas nesse estudo ocorreram entre 01/01/2007 e 31/12/2013, com disposição em valores horários. Analisou-se a consistência dessa base de dados e os valores discrepantes e/ou falhas existentes foram eliminados, com auxílio do software Origin 6.0. Posteriormente foram separados em meses de cada ano, horas em cada mês e valores médios diários dos valores horários.

Foram obtidas a evolução média mensal e média anual diurna com base nos valores médios horários da temperatura e umidade relativa do ar máxima, média e mínima e a evolução anual com base em valores médios diários. Nesses casos, foram empregados os dados de 2007 a 2012, enquanto que os dados de 2013 foram usados nas validações dos modelos estatísticos temporais, gerados nos mesmos agrupamentos de dados. Essas equações temporais apresentaram-se na forma de polinômios de quarto, cuja variável independente é a hora (equação 01).

$$Y = a_0 \pm a_1 X_i \pm a_2 X_i^2 \pm a_3 X_i^3 \pm a_4 X_i^4 \pm a_5 X_i^5 \pm a_6 X_i^6 \quad (01)$$

em que: Y = variável dependente estimada; X_i = hora (com i variando de 1 a 24).

Foram utilizados na avaliação do desempenho das equações de estimativa diária e mensal das temperaturas e umidades, os indicativos estatísticos MBE (erro absoluto médio), RMSE (raiz quadrada do quadrado médio do erro), índice de ajustamento “d” Willmott e o coeficiente de desempenho (produto entre o coeficiente de correlação e o índice “d”) (Camargo & Sentelhas, 1997).

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)}{N} \quad (02)$$

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{N} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (03)$$

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i| + |O_i|)^2} \quad (04)$$

em que: P_i representa os valores estimados, O_i os valores medidos, N o número de observações, $|P_i|$ o valor absoluto da diferença $P_i - \bar{O}_i$, e $|O_i|$ representa o valor absoluto da diferença $O_i - \bar{O}_i$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução mensal horária da Tar e UR pode ser descrita por equações temporais com dependência apenas da hora (Tabela 1). Em geral observou-se que os valores residuais do polinômio de sexto e quinto grau (a_0) são maiores no inverno, contudo os coeficientes de determinação foram superiores a 0,97 para temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Tabela 1. Coeficientes de regressão e determinação das equações horárias de estimativa da temperatura e umidade relativa média do ar ($^{\circ}\text{C}$), ao longo do ano, em Sinop – MT.

$$VQ = \sum_{i=0}^6 a_i(t)^i, \quad (t = 1, 2, 3, \dots, 24)$$

Meses	a_6	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0	R^2
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)								
Janeiro	---	5,00E-05	-0,0025	0,0383	-0,1406	-0,211	22,889	0,9799
Fevereiro	-5,00E-06	0,0004	-0,0141	0,1989	-1,1953	2,6673	20,7	0,9938
Março	---	6,00E-05	-0,003	0,0457	-0,151	-0,4272	23,765	0,9794
Abril	-8,00E-06	0,0007	-0,0204	0,2747	-1,5781	3,3409	20,415	0,9913
Mai	-1,00E-05	0,0009	-0,0283	0,3823	-2,2116	4,6686	18,382	0,9892
Junho	-1,00E-05	0,0011	-0,0326	0,4429	-2,5528	5,2656	17,292	0,9839
Julho	-1,00E-05	0,0012	-0,0355	0,4823	-2,7747	5,6082	16,924	0,9834
Agosto	-2,00E-05	0,0013	-0,0379	0,5065	-2,8446	5,4353	19,074	0,9784
Setembro	-1,00E-05	0,0012	-0,0359	0,4975	-3,0636	7,5813	16,178	0,9940
Outubro	---	6,00E-05	-0,0032	0,0445	-0,0586	-1,0725	24,812	0,9782
Novembro	-4,00E-06	0,0003	-0,0097	0,1278	-0,6789	1,301	22,165	0,9969
Dezembro	-3,00E-06	0,0003	-0,0086	0,1142	-0,6214	1,2749	21,696	0,9970
Umidade relativa do ar (%)								
Janeiro	2,00E-05	-0,0016	0,0519	-0,7492	4,6674	-11,278	102,51	0,9881
Fevereiro	2,00E-05	-0,0017	0,0573	-0,8346	5,2312	-12,557	102,9	0,9898
Março	3,00E-05	-0,0023	0,073	-1,0493	6,5085	-15,383	103,49	0,9903
Abril	-8,00E-06	0,0007	-0,0204	0,2747	-1,5781	3,3409	20,415	0,9913
Mai	-1,00E-05	0,0009	-0,0283	0,3823	-2,2116	4,6686	18,382	0,9892
Junho	5,00E-05	-0,0041	0,1251	-1,7282	10,22	-22,084	96,843	0,9853
Julho	5,00E-05	-0,0042	0,1259	-1,7079	9,7798	-19,335	82,945	0,9817
Agosto	5,00E-05	-0,0041	0,1221	-1,6087	8,8129	-15,276	64,399	0,9697
Setembro	5,00E-05	-0,004	0,1216	-1,6789	10,195	-24,07	91,487	0,9916
Outubro	---	-0,0003	0,0167	-0,2608	0,9661	1,9139	81,251	0,9784
Novembro	2,00E-05	-0,0013	0,0395	-0,5247	2,8229	-5,551	94,146	0,9953
Dezembro	1,00E-05	-0,0011	0,0351	-0,4742	2,6659	-5,8564	97,681	0,994

Ao analisar a variação da Tar durante o dia, nota-se, que normalmente as temperaturas máximas ocorrem entre 14 e 15 horas, e as mínimas de 05 a 07 horas, independentemente do mês (Figura 1). Nos meses de inverno (junho, julho e agosto) ocorreram as maiores amplitudes térmicas. Observou-se também que a temperatura média ao longo do dia apresenta valores próximos a temperatura máxima e a mínima no início e final do período de exposição de brilho solar, respectivamente. Os menores desvios são observados durante o inverno em função da maior estabilidade da cobertura de céu. A UR apresenta comportamento diurno inverso ao da Tar, ou seja, momentos de maiores Tar apresentaram menor UR, em função das relações entre as pressões parciais e atuais de vapor d'água ao longo dia.

CONCLUSÕES

As médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar apresentaram variação anual em dois períodos distintos, sendo o período mais quente de dezembro a fevereiro e o período menos quente de

maio a julho, com menores e maiores amplitudes térmicas horárias ao longo do dia. As equações de estimativas temporais mensais possibilitam bons resultados para aplicações em correções de falhas em base de dados de temperatura e umidade relativa do ar para a região.

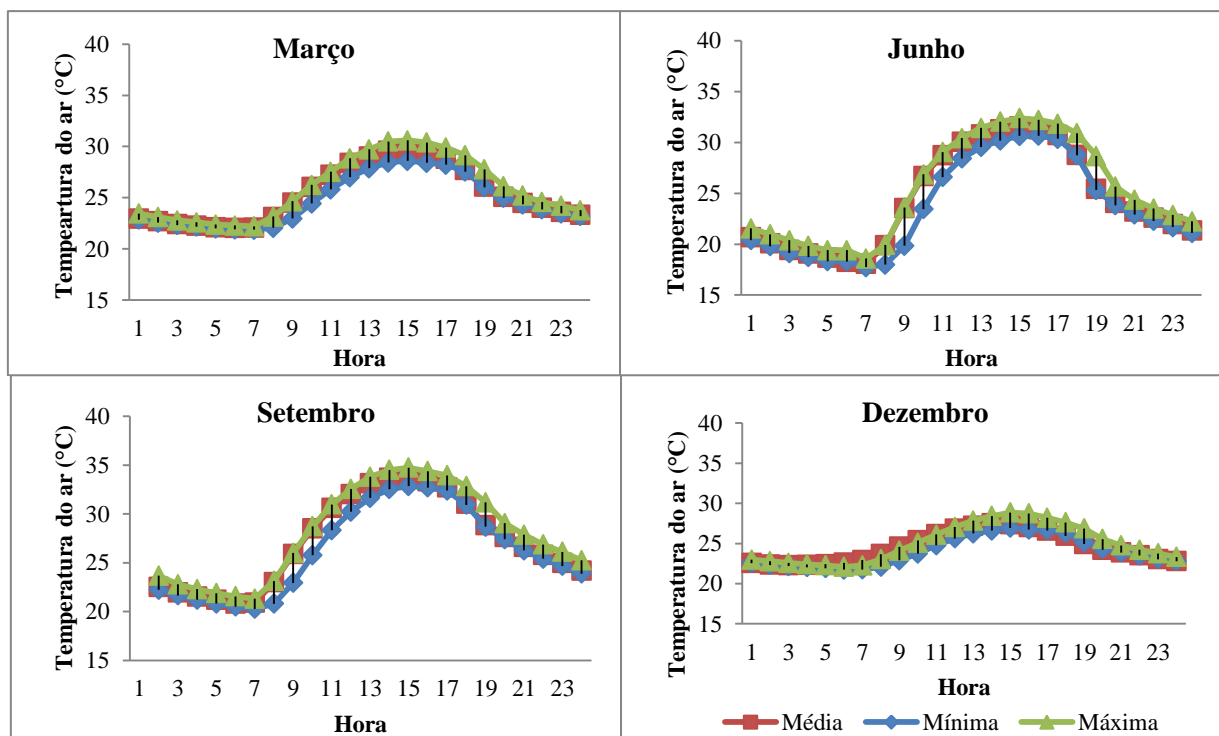


Figura 1. Evolução média mensal horária das temperaturas e umidades relativas do ar médias, mínimas e máximas horários, nos meses com datas astronômicas, em Sinop-MT (01/2007 a 12/2013).

Tabela 2. Indicativos estatísticos de desempenho das equações horárias mensais de estimativa da temperatura média do ar (°C) e da umidade relativa do ar, com agrupamento mensal de dados, em Sinop-MT (01/2007 a 12/2013).

Mês	Temperatura do ar (°C)				Umidade relativa do ar (%)			
	MBE	RMSE	d	c	MBE	RMSE	d	c
Janeiro	-0,4180	2,2171	0,8221	0,7982	2,2071	9,7367	0,7948	0,7770
Fevereiro	0,2963	1,6960	0,8860	0,8602	2,9537	7,9243	0,8692	0,8173
Março	-0,6190	1,8859	0,8661	0,8409	1,8184	8,5006	0,8711	0,8067
Abril	-0,1205	5,2616	0,8893	0,8634	-0,3975	22,3230	0,8562	0,7981
Mai	-0,4830	1,8913	0,9240	0,8971	0,3866	8,4139	0,9112	0,8621
Junho	-0,4138	2,3313	0,9315	0,9044	0,2350	9,7561	0,9296	0,8642
Julho	-0,3328	2,5027	0,9409	0,9136	-0,2208	10,4499	0,9306	0,8671
Agosto	0,4074	2,7170	0,9323	0,9052	-2,4721	15,5341	0,8400	0,7904
Setembro	-0,0158	3,1859	0,8184	0,7946	-3,0766	14,6321	0,7856	0,7421
Outubro	-0,2085	1,9913	0,9153	0,8887	-0,1096	10,2889	0,8786	0,8334
Novembro	-0,4713	2,0393	0,8680	0,8428	1,3483	8,4306	0,8800	0,8271
Dezembro	0,2637	1,6754	0,8627	0,8377	-1,9846	7,6484	0,8401	0,7859

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba – RS: Livraria e editora Agropecuária Ltda. 2002. 478p.
- SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. *Nativa – Pesquisas Agrárias e Ambientais*, v.1, n.1, p.34-43, 2013.
- WILLMOTT, C. J., 1981. On the validation of models. **Physical Geographic**, v. 2, p. 184–194, 1981.