

DESEMPENHO DE MODELOS PARA ESTIMATIVA DE MÉDIAS DE VARIÁVEIS MICROMETEOROLÓGICAS NO MUNICÍPIO DE SINOP-MT

TAMARA ZAMADEI¹, CHARLES CAMPOE MARTIM², KARINNA PINHEIRO DE OLIVEIRA², ADILSON PACHECO DE SOUZA³

¹ Doutoranda em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Cuiabá

² Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Sinop, karinna.p.o@gmail.com

³ Professor Doutor em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Sinop

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A carência e as recorrentes falhas na obtenção de dados meteorológicos tornam necessário o emprego de modelos matemáticos simplificados que permitam estimar as médias diárias das variáveis em estudo. Em vista disso, objetivou-se analisar o desempenho estatístico de quatro modelos (INMET, IAC, Valores Extremos e Valores Horários) empregados na estimativa de médias diárias da temperatura e umidade relativa do ar, e velocidade do vento no município de Sinop-MT, entre 06/2011 e 02/2016. As análises estatísticas dos dados foram realizadas por regressões lineares e seus respectivos coeficientes de correlação, índice de exatidão (“d” de Willmott), índice de desempenho (“c” de Camargo & Sentelhas), MBE e RMSE. Em geral os modelos tendem a superestimar os valores das variáveis meteorológicas. O modelo Valores Horários apresentou melhor desempenho para estimativa, visto que utiliza como base de cálculo todos os valores disponíveis. Recomenda-se a utilização dos modelos INMET ou IAC para estimar as médias diárias da temperatura e umidade relativa do ar, e o método do INMET para cálculo do valor médio da velocidade do vento.

PALAVRAS-CHAVE: Temperatura, umidade do ar, velocidade do vento.

PERFORMANCE OF MODELS FOR THE ESTIMATION OF AVERAGE MICROMETEOROLOGICAL VARIABLES IN SINOP-MT

ABSTRACT: The deficiency and recurrent failures to obtain meteorological data make it necessary to use simplified mathematical models that allow estimating the daily averages of the variables under study. In view of this, it was aimed to analyze the statistical performance of four models (INMET, IAC, Extreme Values and Hourly Values) used in the estimation of daily averages of air temperature, relative humidity and wind speed in the city of Sinop-MT, between 06/2011 and 02/2016. The statistical analyzes of the data were performed using linear regression and Their respective correlation coefficients, accuracy index (“d” by Willmott), performance index (“c” by Camargo & Sentelhas), MBE and RMSE. In general, the models tend to overestimate the values of the meteorological variables. The Hourly Values model presented better performance for estimation, since it uses as calculation basis all available values. It is recommended to use the INMET or IAC models to estimate the daily means of air temperature and humidity, and the INMET method to calculate the mean wind speed.

KEYWORDS: Air temperature, humidity, wind speed.

INTRODUÇÃO: Variáveis meteorológicas como a temperatura e umidade relativa do ar são condicionadas à radiação solar, sendo esta, variável no decorrer do ano de acordo com fatores astronômicos e geográficos (IQBAL, 1983; ANTONINI, et al. 2010). No sistema produtivo agrícola, as condições meteorológicas representam fatores exógenos que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade de plantas e animais; a temperatura, por exemplo, interfere nos processos físico-químicos que ocorrem nos vegetais (ANTONINI et al., 2009; INMET, 2009). Os elementos climáticos são monitorados por intermédio de estações meteorológicas que podem ser tanto convencionais como automáticas (BARBIERI, et al. 2013), sendo o Brasil um país de grandes dimensões, existe uma defasagem muito grande de dados em determinadas regiões, sendo assim, de muita valia, o emprego de modelos matemáticos ajustados na estimativa destes elementos. Vários trabalhos vem sendo desenvolvidos a fim de ajustar e validar modelos propostos a estimar o valor médio de variáveis meteorológicas, visando a obtenção de melhor desempenho e confiabilidade. Em vista disso, objetivou-se analisar o desempenho estatístico de quatro modelos (INMET, IAC, Valores Extremos e Valores Horários) empregados na estimativa de médias diárias da temperatura e umidade relativa do ar, e velocidade do vento no município de Sinop-MT, entre 06/2011 e 02/2016.

MATERIAL E MÉTODOS: Os valores das variáveis foram obtidos da base de dados da Estação Meteorológica Automática do Campus Universitário da UFMT no município de Sinop (latitude $-11,98^\circ$, longitude $-55,56^\circ$, altitude 371m), dentre o período de junho de 2011 a fevereiro de 2016. Para monitoramento a estação conta com anemômetro (03002-L RM YOUNG) a 10 m de altura e psicrômetro com abrigo termométrico (Vaisala, CS 215) a 2 m de altura. A aquisição dos dados é feita por um datalogger CR1000 (Campbell Scientific) operando na frequência de 1 Hz e armazenando médias de 300 leituras ou 5 min. O clima da região segundo a classificação climática de Köppen é do tipo tropical quente e úmido Aw, caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro). As temperaturas médias mensais oscilam entre $23,0^\circ\text{C}$ e $25,8^\circ\text{C}$, com valor médio anual de $24,7^\circ\text{C}$ (SOUZA et al., 2013). As estimativas das médias diárias das variáveis foram realizadas empregando-se quatro modelos: INMET, IAC, Valores Extremos e Valores Horários (Equações 1 a 4, respectivamente).

$$\bar{X} = (X_{9h} + X_{m\acute{a}x} + X_{m\acute{i}n} + 2 * X_{21h}) / 5 \quad (1)$$

$$\bar{X} = (X_{7h} + X_{14h} + 2* X_{21h}) / 4 \quad (2)$$

$$\bar{X} = (X_{m\acute{a}x} + X_{m\acute{i}n}) / 2 \quad (3)$$

$$\bar{X} = \Sigma X / N_o \quad (4)$$

em que: N_o representa o número de observações feitas e X é o valor de cada observação. Para análise do desempenho dos modelos foram aplicados os indicativos estatísticos: índice de desempenho (“c” de Camargo & Sentelhas), MBE, RMSE e índice de exatidão (“d” de Willmott), descritos pelas Equações 5 a 8.

$$c = |R.d| \quad (5)$$

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)}{N} \quad (6)$$

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{N} \right] \quad (7)$$

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i| + |O_i|)^2} \quad (8)$$

em que: R é o coeficiente de correlação calculado para a regressão linear; d – índice “d” de concordância proposto por Willmott et al. (1985); P_i é o valor estimado; O_i é o valor medido; N é o número de observações; |P_i| é o valor absoluto da diferença P_i - O_i; |O_i| é o valor absoluto da diferença O_i - O_i.

Considerando os indicativos e no intuito de analisar com maior restrição o desempenho dos modelos gerados, empregou-se o método dos valores de posição dos indicativos estatísticos (Vp), no qual atribuiu-se pesos de 1 a “n” para cada indicador estatístico em cada modelo, onde “n” corresponde ao número de modelos testados. Ao final, o melhor modelo considerado foi aquele que apresentou o menor somatório de pesos (menor Vp acumulado) (SOUZA et al., 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 são apresentados os valores dos indicativos estatísticos obtidos para os modelos testados em cada variável meteorológica.

TABELA 1. Indicativos estatísticos obtidos para os modelos estudados.

Modelo Ind. estatístico	INMET	IAC	Valores Horários	Valores Extremos
Umidade relativa do ar				
R ²	0,97 (2)	0,97 (2)	1,00 (1)	0,95 (3)
d	0,99 (2)	0,99 (2)	1,00 (1)	0,93 (3)
c	0,97 (3)	0,98 (2)	1,00 (1)	0,90 (4)
MBE (%)	10,59 (2)	11,32 (4)	10,84 (3)	6,78 (1)
RMSE (%)	2,63 (3)	2,50 (2)	0,92 (1)	6,05 (4)
Vp acumulado	12	12	7	15
Temperatura do ar				
R ²	0,93 (2)	0,92 (3)	0,97 (1)	0,83 (4)
d	0,98 (2)	0,98 (2)	0,99 (1)	0,90 (3)
c	0,94 (2)	0,94 (2)	0,98 (1)	0,82 (3)
MBE (°C)	1,64 (3)	1,50 (1)	1,56 (2)	2,60 (4)
RMSE (°C)	0,47 (2)	0,53 (3)	0,31 (1)	1,23 (4)
Vp acumulado	11	11	6	18
Velocidade do vento				
R ²	0,66 (2)	0,61 (4)	0,98 (1)	0,62 (3)
d	0,89 (3)	0,90 (2)	1,00 (1)	0,87 (4)
c	0,72 (2)	0,70 (3)	0,99 (1)	0,68 (4)
MBE (m/s)	0,37 (3)	0,24 (1)	0,28 (2)	0,61 (4)
RMSE (m/s)	0,40 (2)	0,45 (3)	0,07 (1)	0,50 (4)
Vp acumulado	12	13	6	19

De acordo com o critério de interpretação do índice c (Camargo e Sentelhas, 1997), os modelos apresentaram ótimo desempenho de estimativa para as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, já para velocidade do vento o desempenho foi inferior. Através da análise do indicativo estatístico MBE, que representa o desvio das médias, pode-se afirmar que os modelos tendem a superestimar os valores das variáveis meteorológicas. A dispersão entre os valores medidos e os valores estimados (RMSE) está, em média, 3,02%; 0,63°C; 0,35m/s para umidade do ar,

temperatura e velocidade do vento, respectivamente. O índice d variando de 0,87 a 1 indica que os modelos obtiveram resultados com boa precisão.

CONCLUSÕES: O modelo Valores Horários apresentou melhor desempenho para estimativa das médias diárias das variáveis meteorológicas, visto que utiliza como base de cálculo todos os dados disponíveis. Recomenda-se a utilização dos modelos INMET ou IAC para estimar as médias diárias da temperatura e umidade relativa do ar, e o método do INMET para cálculo do valor médio diário da velocidade do vento.

AGRADECIMENTOS: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), por concessão de bolsas de estudos aos alunos da pós-graduação.

REFERÊNCIAS

ANTONINI, J. C. A. SILVA, E. M.; OLIVEIRA, L. F. C.; SANO, E. E. Modelo matemático para estimativa de temperatura média diária do ar no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 331-338, 2009.

ANTONINI, J. C. A.; SILVA, E. M.; SANO, E. E.; OLIVEIRA, L. F. C.; MARCHI, G. Modelo de estimativa da temperatura média diária do ar no Estado de Goiás. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, EMBRAPA, 2010.

BARBIERI, L. F. P.; CORREIA, M. F.; BRAGA, C. C.; GONÇALVES, W.A.; MOURA, M. S. B. Desempenho de método de estimativa de temperatura média diária: um estudo em áreas com forte pressão antrópica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 4, 2013.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.

IQBAL, M. **An introduction to solar radiation**. Canadá: Academic Press, 1983. 390p.

SOUZA, A. P. de; MOTA, L. L. da; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, v.1, n.1, p.34-43, 2013.

SOUZA, A. P. de; SILVA, A. C.; MALLMANN, F. F.; DEMARTINI, W. F. B.; TANAKA, A. A.; SOUZA, M. E. Estimates of leaf area of *Curcubita moschata* Duch based on linear measures and degree-days in planting of winter in the central-western region of Brazil. **American Journal of Experimental Agriculture**, v.5, n.6, p.562-572, 2015.