

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS E INTERVALOS DE TEMPO EM CASSILÂNDIA-MS**THIAGO RAMOS DA SILVA¹, CAIO CESAR SILVA ALVARENGA CORREIA²,
FERNANDO FRANÇA DA CUNHA³**¹ Graduando em Agronomia, UFMS/Chapadão do Sul-MS, Fone: (67) 3562-6310, thiago.ramossilva10@gmail.com² Eng° Agrônomo, M.S. Engenharia Agrícola, UFV/Viçosa-MG, Fone: (31) 3899-2735, caio_ufv@yahoo.com.br³ Eng° Agrônomo, D.S. Engenharia Agrícola, UFV/Viçosa-MG, Fone: (31) 3899-1913, fernando.cunha@ufv.br

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Antes da escolha de determinado método para estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) em uma região, é de extrema importância avaliar o grau de exatidão do modelo. Objetivou-se avaliar os métodos Blaney-Criddle, Camargo, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise, Priestley-Taylor e Thornthwaite-Mather para estimativa da ET₀ em diferentes intervalos de tempo (diário, quatro, sete, dez, quinze e trinta dias) em Cassilândia-MS. Os dados meteorológicos foram retirados do Instituto Nacional de Meteorologia no período de quatro anos (abril de 2008 a março de 2012). O método tomado como padrão foi o Penman-Monteith e a comparação dos resultados foi por meio do coeficiente de determinação (r^2) e coeficientes “b₀” e “b₁” das regressões lineares, erro-padrão da estimativa (EPE), índice de concordância de Willmott (d), coeficiente de correlação de Pearson (r) e do coeficiente de confiança (c). No geral, o aumento da escala dos valores de ET₀ proporcionaram melhores coeficientes de regressão e parâmetros estatísticos. Os métodos Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani e Jensen-Haise não devem ser utilizados para estimativas de ET₀ na região de estudo. Independente da escala, os métodos Camargo, Priestley-Taylor e Thornthwaite-Mather podem ser utilizados na estimativa da ET₀ em Cassilândia-MS.

PALAVRAS-CHAVE: Camargo, Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Thornthwaite-Mather.

ESTIMATE OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION IN CASSILANDIA CITY, BRAZIL, USING DIFFERENT METHODS AND TIME INTERVALS

ABSTRACT: Before choosing the method of the estimate of reference evapotranspiration (ET₀) in a region, it is important to evaluate the degree of precision of the model. This study aimed to evaluate the methods Blaney-Criddle, Camargo, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise, Priestley-Taylor e Thornthwaite-Mather to estimate the ET₀ at different time intervals (daily, four, seven, ten, fifteen and thirty days) in Cassilândia city, Brazil. Meteorological data were taken from the National Institute of Meteorology in the four-year period (April 2008 to March 2012). The taken method as standard was the Penman-Monteith and the calibration had been carried through by coefficients “b₀” and “b₁” of the linear regressions. The comparison of the results was by estimated standard error (ESE), index of agreement by Willmott (d), correlation coefficient by Pearson (r) and the reliable coefficient (c). In general, increasing the range of values of ET₀ provided better statistical regression coefficients and parameters. Methods of Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani and Jensen-Haise should not be used for ET₀ estimates in the study region. Regardless of scale, the methods of Camargo and Priestley-Taylor and Thornthwaite-Mather can be used to estimate the ET₀ in Cassilândia city, Brazil.

KEYWORDS: Camargo, Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Thornthwaite-Mather.

INTRODUÇÃO: De acordo com GRISMER et al. (2002) existem aproximadamente 50 metodologias que possibilitam obter a evapotranspiração de referência (ET₀). O método de Penman-Monteith é o recomendado pela FAO como padrão para estimativa da ET₀, e largamente utilizado em todo mundo. Todavia, a metodologia de Penman-Monteith requer um amplo número de parâmetros de entrada para alimentar o modelo, limitando seu uso em locais que possuem estações meteorológicas incapazes de fornecerem todos os dados requeridos. Sendo assim, outras metodologias mais simplificadas devem ser utilizadas, mas antes, estudos devem ser feitos para avaliar o desempenho dos métodos na região a ser aplicada em diferentes escalas temporais. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os métodos Blaney-Criddle, Camargo, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise, Priestley-Taylor e Thornthwaite-Mather para estimativa da ET₀ em diferentes intervalos de tempo para Cassilândia-MS.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados meteorológicos necessários para execução desse trabalho foram retirados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), para a estação meteorológica do Município de Cassilândia, MS (Latitude 19° 07' 21"S, Longitude 51° 43' 15" W, Altitude 516m), no período entre abril de 2008 a março de 2012. Os dados horários meteorológicos utilizados na pesquisa foram: temperatura instantânea, máxima e mínima (°C); umidade relativa instantânea, máxima e mínima (%); temperatura do ponto de orvalho instantânea, máxima e mínima (°C); pressão instantânea, máxima e mínima (hPa); velocidade do vento (m s⁻¹) e radiação global (kJ m⁻²). As metodologias utilizadas no trabalho para estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) foram Blaney-Criddle, Camargo, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise, Priestley-Taylor e Thornthwaite-Mather. Após a verificação dos dados foi realizada uma análise de regressão que correlacionou os valores de ET₀ estimados pelas equações empíricas com o método Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) na escala de um, quatro, sete, dez, quinze e trinta dias. Foram considerados os coeficientes “b₀” e “b₁” das respectivas regressões lineares simples e o coeficiente de determinação (r²). A análise de desempenho dos modelos foi por meio da metodologia proposta por ALLEN et al. (1989), e se fundamenta no erro-padrão da estimativa (EPE). O melhor método para estimativa da ET₀ foi aquele que apresentou o menor EPE. A aproximação dos valores de ET₀ estimados por determinado método estudado, em relação aos valores obtidos com uso do método padrão, foi obtida por um índice designado concordância ou ajuste, representado pela letra “d” (WILLMOTT et al., 1985), onde seus valores variam desde zero, onde não existe concordância, a 1, para a concordância perfeita. Para validação do modelo, obteve-se também o coeficiente de correlação de Pearson (r) e o coeficiente de confiança ou desempenho (c). O coeficiente c, proposto por CAMARGO & SENTELHAS (1997), é interpretado de acordo com os referidos autores como: “ótimo” (c > 0,85); “muito bom” (0,76 < c < 0,85); “bom” (0,66 < c < 0,75); “mediano” (0,61 < c < 0,65), “sofrível” (0,51 < c < 0,60), “mau” (0,41 < c < 0,50) e “péssimo” (c < 0,40).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Observa-se que os métodos de Camargo, Thornthwaite-Mather e Blaney-Criddle subestima a evapotranspiração de referência (ET₀) obtidos pela metodologia de Penman-Monteith para os valores acima de 3,5; 3,9 e 4,2 mm dia⁻¹, respectivamente, enquanto que as metodologias Hargreaves-Samani, Jensen-Haise e Priestley-Taylor superestimaram os valores de ET₀ em relação a Penman-Monteith (Figura 1). O método de Priestley-Taylor apresentou melhor concordância com o método de Penman-Monteith tendo uma taxa de variação próxima de 1:1, e possui um coeficiente de determinação de 0,7991, sendo o maior valor de coeficiente de determinação (r²) dentre os métodos avaliados, bem como, o menor coeficiente “a” (no valor de -0,1445) e coeficiente “b” próximo de um (Figura 1). O pior coeficiente de determinação foi aquele obtido na metodologia de Blaney-Criddle, com valor de r² de 0,4350 tendo o valor do coeficiente “a” de 2,5374, enquanto que os métodos restantes apresentaram valores de r² variando entre 0,6080 e

0,7770 (Figura 1). Desta forma, para valores de ET0 diário a metodologia de Priestley-Taylor mostra-se com maior acurácia na obtenção da evapotranspiração de referência, portanto, indicada para estimativa da ET0 no município de Cassilândia-MS. Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos das correlações entre os valores de ET0 obtidos dos métodos estudados e do método Penman-Monteith para os diversos intervalos de tempo considerados no estudo. Observou-se que o melhor modelo para estimar a ET0, no município de Cassilândia é o método de Priestley-Taylor, pois, apresentou os menores valores de EEP e os melhores desempenhos de Camargo e Sentelhas para todos os intervalos de tempo considerados. Para os intervalos de tempo maiores, compreendidos entre 10 e 30 dias, as metodologias de Camargo e Thornthwaite-Mather apresentaram ótimo desempenho, com valores de EEP variando entre 0,3500 a 0,4502, e desempenho muito bom para os intervalos de tempo menores, entre diário e sete dias. Os outros métodos, Blaney-Criddle; Hargreaves-Samani e Jensen-Haise se mostraram ineficazes para a determinação da ET0 no município de Cassilândia-MS.

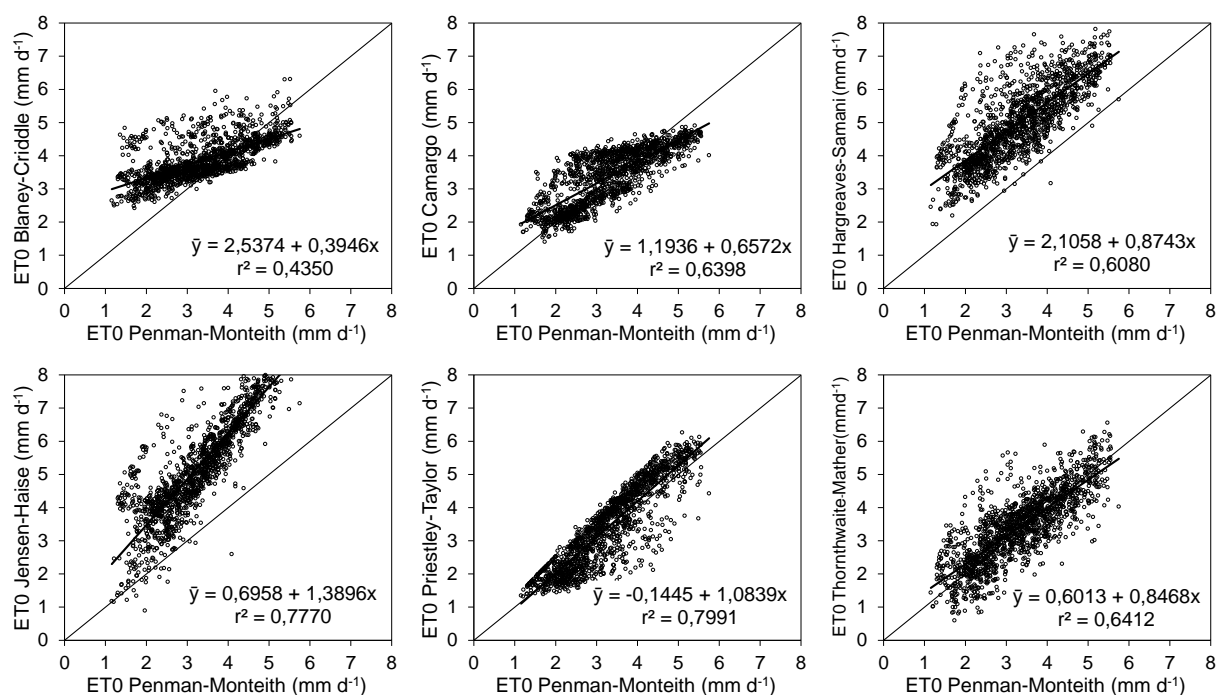


FIGURA 1. Estimativas de evapotranspiração de referência (ET0) diária obtidas pelo método de Penman-Monteith comparadas aos valores de ET0 obtidas pelos métodos estudados.

TABELA 1. Parâmetros da equação de regressão (b₀, b₁), coeficiente de determinação (r²), estimativa do erro padrão (EEP), concordância de Willmott (d), correlação de Pearson (r), coeficiente de confiança (c) e desempenho de Camargo e Sentelhas, obtidos das correlações entre as evapotranspirações de referência estimadas pelo método de Penman-Monteith e pelos métodos e períodos estudados em Cassilândia-MS

Método	Intervalo	b ₀	b ₁	r ²	EPE	d	r	c	Desempenho
Blaney-Criddle	Diário	2,5374	0,3936	0,4350	0,9360	0,7005	0,8201	0,5744	Sofrível
	4 dias	2,6505	0,3605	0,4396	0,8719	0,6693	0,8244	0,5518	Sofrível
	7 dias	2,7170	0,3404	0,4370	0,8530	0,6513	0,8263	0,5382	Sofrível
	10 dias	2,7504	0,3303	0,4325	0,8435	0,6418	0,8251	0,5295	Sofrível
	15 dias	2,7817	0,3208	0,4329	0,8339	0,6343	0,8313	0,5273	Sofrível
	30 dias	2,8274	0,3073	0,4353	0,8210	0,6235	0,8361	0,5213	Sofrível

Camargo	Diário	1,1936	0,6572	0,6398	0,6135	0,8838	0,8788	0,7767	Muito Bom
	4 dias	0,8169	0,7712	0,7230	0,4832	0,9175	0,8922	0,8185	Muito Bom
	7 dias	0,6624	0,8177	0,7580	0,4345	0,9298	0,9022	0,8389	Muito Bom
	10 dias	0,5713	0,8451	0,7790	0,4068	0,9368	0,9097	0,8523	Ótimo
	15 dias	0,4865	0,8707	0,7984	0,3815	0,9431	0,9182	0,8659	Ótimo
	30 dias	0,3834	0,9023	0,8216	0,3500	0,9500	0,9276	0,8812	Ótimo
Hargreaves-Samani	Diário	2,1058	0,8743	0,6080	1,8395	0,5921	0,8603	0,5094	Mau
	4 dias	1,9138	0,9326	0,6548	1,8000	0,5579	0,8787	0,4902	Mau
	7 dias	1,8608	0,9485	0,6680	1,7878	0,5440	0,8824	0,4800	Mau
	10 dias	1,8352	0,9563	0,6729	1,7825	0,5361	0,8839	0,4739	Mau
	15 dias	1,8082	0,9646	0,6793	1,7777	0,5297	0,8860	0,4693	Mau
	30 dias	1,7719	0,9771	0,6916	1,7747	0,5209	0,8923	0,4647	Mau
Jensen-Haise	Diário	0,6958	1,3896	0,7770	2,1593	0,5996	0,9053	0,5429	Sofrível
	4 dias	1,1321	1,2575	0,7780	2,0873	0,5484	0,9111	0,4997	Mau
	7 dias	1,3284	1,1978	0,7875	2,0611	0,5271	0,9155	0,4826	Mau
	10 dias	1,4406	1,1635	0,7923	2,0485	0,5149	0,9184	0,4729	Mau
	15 dias	1,5485	1,1304	0,8006	2,0364	0,5036	0,9203	0,4634	Mau
	30 dias	1,6594	1,0979	0,8235	2,0253	0,4894	0,9235	0,4520	Mau
Priestley-Taylor	Diário	-0,1445	1,0839	0,7991	0,5746	0,9324	0,9260	0,8634	Ótimo
	4 dias	-0,2974	1,1301	0,8026	0,5375	0,9286	0,9238	0,8579	Ótimo
	7 dias	-0,3821	1,1554	0,8079	0,5230	0,9278	0,9255	0,8587	Ótimo
	10 dias	-0,4332	1,1705	0,8114	0,5150	0,9274	0,9282	0,8608	Ótimo
	15 dias	-0,4786	1,1838	0,8146	0,5071	0,9271	0,9311	0,8632	Ótimo
	30 dias	-0,5472	1,2045	0,8218	0,4937	0,9272	0,9332	0,8654	Ótimo
Thornthwaite-Mather	Diário	0,6013	0,8468	0,6412	0,6693	0,8906	0,8641	0,7695	Muito Bom
	4 dias	0,4070	0,9058	0,6935	0,5602	0,9073	0,8862	0,8041	Muito Bom
	7 dias	0,3561	0,9212	0,7230	0,5078	0,9171	0,9012	0,8264	Muito Bom
	10 dias	0,3247	0,9307	0,7417	0,4776	0,9232	0,9116	0,8416	Muito Bom
	15 dias	0,2922	0,9409	0,7598	0,4502	0,9287	0,9197	0,8541	Ótimo
	30 dias	0,2600	0,9525	0,7852	0,4126	0,9359	0,9252	0,8659	Ótimo

CONCLUSÕES: Os métodos de Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani e Jensen-Haise não devem ser utilizados para estimativas de evapotranspiração de referência na região de estudo. Independente da escala (1 a 30 dias), os métodos de Camargo, Priestley-Taylor e Thornthwaite-Mather podem ser utilizados na estimativa da evapotranspiração de referência em Cassilândia-MS.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; JENSEN, M.E.; WRIGHT, J.; BURMAN, R.D. Operational estimates of reference evapotranspiration. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.4, p.650-662, 1989.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- 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**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.
- GRISMER, M.E.; ORANG, M.; SNYDER, R.; MATYAC, R. Pan evaporation to reference evapotranspiration conversion methods. **Journal of Irrigation Drainage Engineering**, New York, v.128, n.3, p.180-184, 2002.
- WILLMOT, C. J.; ACKLESON, S. G.; DAVIS, J. J.; FEDDEMA, K.; KLINK, D. R. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v. 90, n. 5, p. 8995-9005, 1985.