

MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A REGIÃO DE SETE LAGOAS, MG¹

PRISCILLA T. NASCIMENTO², JOÃO C. F. BORGES JÚNIOR³, CAMILO L. T. ANDRADE⁴, ANTÔNIO J. STEIDLE NETO⁵, FABRÍCIO O. FERNANDES⁶

¹ Trabalho contou com o apoio do CNPq (bolsa de IC).

² Estudante de Graduação no Curso de Agronomia, Campus Sete Lagoas, UFSJ, Sete Lagoas - MG, priscillatavares2@hotmail.com

³ Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Campus Sete Lagoas, UFSJ, Sete Lagoas - MG.

⁴ Eng^o Agrícola, Pesquisador Doutor, EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

⁵ Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Campus Sete Lagoas, UFSJ, Sete Lagoas - MG.

⁶ Estudante de Graduação no Curso de Agronomia, Campus Sete Lagoas, UFSJ, Sete Lagoas - MG.

Apresentado no
X Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2012
XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2012
15 a 19 de julho de 2012 - Londrina - PR, Brasil

RESUMO: Dentre os vários métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, ETo, o FAO Penman-Monteith tem sido adotado como método padrão. Contudo, o requerimento de ampla base de dados impõe obstáculos a sua difusão, especialmente entre pequenos produtores. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho dos métodos Priestley-Taylor (PT) e Hargreaves-Samani (HS) para a estimativa da ETo em base diária, por meio de comparações com o método padrão FAO Penman-Monteith (PM) na cidade de Sete Lagoas, MG. Foram utilizados dados referentes aos anos de 2008 a 2010, em base diária, obtidos da Estação Meteorológica do INMET-Embrapa Milho e Sorgo, na latitude 19° 47' Sul, longitude 44° 25' Oeste e altitude de 732 m. Os cálculos foram realizados com o auxílio do programa REF-ET, versão 3.1.07, disponibilizada em 2012. Dentre as estatísticas empregadas, utilizou-se o erro absoluto médio (EAM) e o coeficiente de correlação (r). Os resultados de EAM foram 0,56 para o método HS, após calibração, e 0,49 para o método PT. Quanto ao r, obteve-se 0,81 e 0,89, respectivamente, para os métodos HS calibrado e PT. Ressalta-se a expectativa de que a calibração do método HS, feitas em períodos específicos do ano, possibilitará melhoria no desempenho, com redução do EAM.

PALAVRAS-CHAVE: erro absoluto médio, coeficiente de correlação, avaliação de métodos.

METHODS OF ESTIMATING REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION FOR THE SETE LAGOAS, MG, REGION

ABSTRACT: Among the various methods for estimating reference evapotranspiration, ETo, the FAO Penman-Monteith method has been adopted as standard. However, the application of comprehensive data base imposes obstacles to its widespread use, especially by small farmers. The objective of this study was to evaluate the performance of the methods Priestley-Taylor (PT) and Hargreaves-Samani (HS) for the estimation of ETo on a daily basis, by comparing with the standard method FAO Penman-Monteith in the City of Sete Lagoas, MG. We used data for the years 2008 to 2010, on a daily basis, obtained from the meteorological station INMET-Embrapa Maize and Sorghum, at latitude 19 ° 47' South, longitude 44 ° 25' W and elevation of 732 m. The calculations were performed with the help of the REF-ET program, version 3.1.07, released in 2012. Among the statistics employed, we used the mean absolute error (MAE) and correlation coefficient (r). The MAE results were 0.56 for HS method and 0.49 for the PT method. For r, there

was obtained 0.81 and 0.89 respectively for the methods HS and PT. It should be noted the expectation that the calibration of the HS method for specific periods of the year will enable improved performance, with a reduction in MAE.

KEYWORDS: mean absolute error, correlation coefficient, evaluation of methods.

INTRODUÇÃO: A irrigação é uma técnica milenar vista não somente como a luta contra a escassez hídrica, mas como um fator de riqueza e prosperidade. Realizada muitas vezes de maneira errônea, baseada em estimativas inapropriadas, é notável a necessidade ainda de estudos que subsidiem um manejo adequado, o qual pode ser baseado em dados climáticos. Para tanto, faz-se necessária a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), em muitas situações, em intervalos de tempo relativamente pequenos. Dentre os vários métodos de estimativa da ET_o, o método FAO Penman-Monteith, no qual se emprega o conceito de cultura hipotética, é considerado padrão, sendo recomendado pela FAO (ALLEN et al., 1998; BERNARDO et al., 2008). Embora tenha sido verificado o ótimo desempenho do método Penman-Monteith (JENSEN et al., 1990), o requerimento de um conjunto amplo de dados impõe obstáculos à sua difusão, principalmente aos pequenos produtores para os quais os custos de aquisição de estações meteorológicas é, ainda, impeditivo. A complexidade de aplicação das equações empregadas para estimativa da ET_o é variada, conforme o requerimento de dados e cálculos envolvidos. Algumas são constantemente utilizadas, enquanto outras são até mesmo desprezadas pelo fato de serem pouco estudadas ou mesmo pelo seu mau uso. Os métodos baseados em equações podem ser classificados como aqueles que requerem dados combinados (ex. Penman-Monteith e FAO 24 Penman), de radiação (ex.: FAO 24 Radiação e Priestley-Taylor) e de temperatura (ex.: FAO 24 Blaney-Criddle e Hargreaves-Samani). Objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho dos métodos Priestley-Taylor (PT) e Hargreaves-Samani (HS) para a estimativa da ET_o em base diária, por meio de comparações com o método padrão FAO Penman-Monteith (PM) na cidade de Sete Lagoas, MG.

MATERIAL E MÉTODOS: Os estudos foram realizados empregando-se dados referentes aos anos de 2008 a 2010, em base diária, obtidos da Estação Meteorológica do INMET-Embrapa Milho e Sorgo, na latitude 19° 47' Sul, longitude 44° 25' Oeste e altitude de 732 m. Os dados obtidos da série foram organizados em uma planilha eletrônica, em que se procedeu uma análise de consistência, visando identificar valores discrepantes. As análises foram realizadas considerando-se os seguintes elementos meteorológicos: temperatura máxima (T_{max}; °C), média (T_{med}; °C) e mínima (T_{min}; °C), velocidade do vento média diária (U; m s⁻¹), umidade relativa do ar média diária (UR; %) e insolação (n; h d⁻¹). Os cálculos foram realizados com o auxílio do programa REF-ET, versão 3.1.07 (ALLEN, 2011), disponibilizada em 2012. Empregou-se, para comparação de desempenho dos métodos avaliados frente ao método padrão FAO Penman-Monteith, as seguintes estatísticas: o erro absoluto médio (EAM); coeficientes de correlação (r) e determinação (R²); e os coeficientes linear e angular da reta de regressão (a_R e b_R, respectivamente). Também se comparou a média, valores máximos e mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação obtidos com os métodos. Para o método Hargreaves-Samani, procedeu-se calibração por meio da minimização do EAM, modificando-se os coeficientes A_{HS} e C_{HS} e o expoente B_{HS}, com base na equação:

$$ET_o = A_{HS} R_a (T_{max} - T_{min})^{B_{HS}} (T_{med} + C_{HS}) \quad (1)$$

Os valores de C_{HS} e o expoente B_{HS} foram truncados em duas casas decimais, enquanto o valor de A_{HS} foi truncado em cinco casas decimais. A minimização do EAM foi executada utilizando-se a ferramenta Solver do Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados são apresentados na Tabela 1, em que se observa melhor desempenho do método de Priestley-Taylor (PT), mesmo após a calibração do método Hargreaves-Samani (HS), comparando-se especialmente os valores de EAM e r. Nota-se, contudo, que a calibração propiciou notável redução no EAM do método HS, de 0,84 para 0,56 mm. Com a

calibração, o coeficiente de correlação apresentou apenas ligeira melhoria para o método HS (aumentou de 0,80 para 0,81).

Tabela 1. Comparação dos métodos avaliados com o método padrão FAO Penman-Monteith.

		FAO Penman-Monteith	Priestley-Taylor	Hargreaves-Samani (calibrado)
Média	(mm)	3,92	4,05	3,83
Máximo	(mm)	7,57	6,80	6,41
Mínimo	(mm)	1,16	1,23	1,43
DP	(mm)	1,20	1,25	0,95
CV		31%	31%	25%
EAM	(mm)		0,49	0,56
r			0,89	0,81

* Número de pares de dados = 1096; DP - desvio padrão; CV - coeficiente de variação; r - coeficiente de correlação; EAM - erro absoluto médio.

O melhor desempenho do método PT também se verifica por análise dos gráficos de regressão, apresentados na Figura. Para o método PT, o coeficiente angular de regressão foi mais próximo da unidade (0,9274), o coeficiente linear foi menor ao verificado para o método HS calibrado e o coeficiente de determinação (R^2) foi superior ao obtido para o método HS calibrado (0,7893 frente a 0,6489). SILVA et al. (2005) encontraram valores de R^2 iguais a 0,91 e 0,42 para o método PT em dois meses analisados no ano de 2002 em Petrolina, PE. Os valores dos coeficientes A_{HS} e C_{HS} e do expoente B_{HS} , obtidos com a calibração, foram, respectivamente, 0,00125, 17,77 e 0,67. TRAJKOVIC (2007) encontrou o valor do expoente B_{HS} igual a 0,424, calibrado para a região dos Balcãs Ocidentais. Uma possível melhoria de desempenho para o método HS em relação ao aqui verificado seria obtida com calibrações específicas para diferentes períodos do ano, conforme procedido por BORGES JÚNIOR et al. (2012).

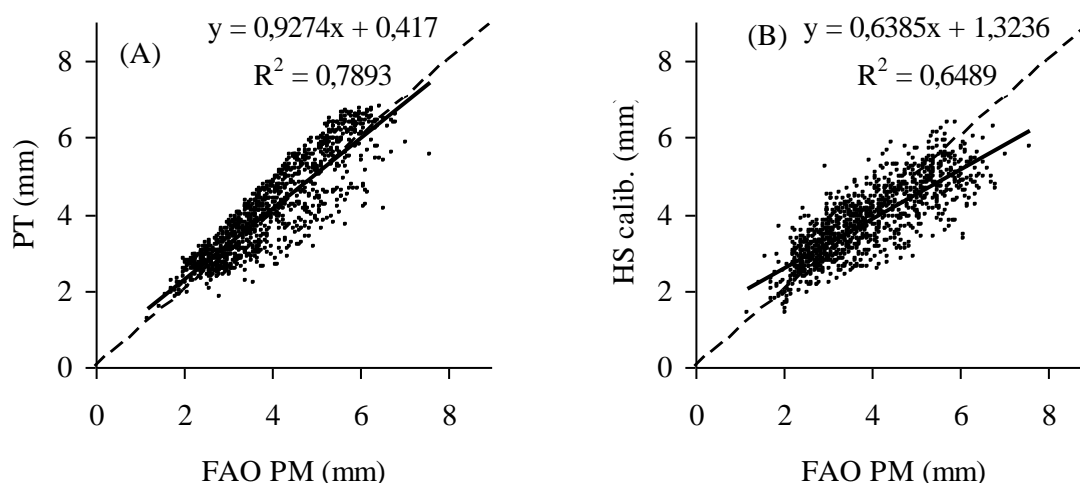


Figura 1. Comparação por regressão linear da evapotranspiração de referência diária, ET_0 : método FAO Penman-Monteith versus os métodos de Priestley-Taylor (A) e Hargreaves-Samani calibrado (B) (linha tracejada indica reta 1:1).

CONCLUSÕES: Dentre os métodos avaliados, verificou-se que o melhor desempenho foi obtido pelo método de Priestley-Taylor, com base nos valores de erro absoluto médio, EAM e no coeficiente de correlação, indicando, portanto seu uso como alternativa ao método FAO Penman-Monteith, na ausência de dados climáticos. Com relação ao método Hargreaves-Samani, embora a calibração tenha proporcionado melhoria no desempenho, verificando-se valores de EAM 0,84 e 0,56 mm

respectivamente antes e após a calibração, ressalta-se a necessidade de execução de calibrações realizadas em períodos específicos, sugerindo, definir estações do ano, visando o aumento na correlação e menor valor de EAM.

REFERÊNCIAS

- 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).
- ALLEN, R.G. **REF-ET: Reference Evapotranspiration Calculation Software for FAO and ASCE Standardized Equations**. University of Idaho. 2011. Disponível em <http://www.kimberly.uidaho.edu/ref-et/>, acessado em 30/03/2012.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 Ed. Rev. Atualizada e ampliada. Viçosa: UFV, 2008. 625 p.
- BORGES, J. C. F.; ANJOS, R. J.; SILVA, T. J. A.; LIMA, J. R. S.; ANDRADE, C. L. T. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária para a microrregião de Garanhuns, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.4, p.380–390, 2012.
- JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1990, 332 p.
- SILVA, V. P. R.; BELO FILHO, A. F.; SILVA, B. B.; CAMPOS, J. H. B. C. Desenvolvimento de um sistema de estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.547-53, 2005.
- TRAJKOVIC, S. Hargreaves versus Penman-Monteith under humid conditions. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reston, v. 133, n.1, p.38-42, 2007.