

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM PETROLINA-PE

SOUZA, L. S. B. DE¹, MOURA, M. S. B. DE², SILVA, T. G. F. DA³, SEDIYAMA, G. C.¹

¹Universidade Federal de Viçosa (UFV), sanddrabastos@yahoo.com, g.sediyama@ufv.br, ² Eng. Agrônoma, Pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Fone: (87) 3862-1711, magna@cpatsa.embrapa.br, ³ Eng. Agrônomo, Professor, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST), thieres@uast.ufpe.uast.br

Apresentado no XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA 18 a 21 de julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari, ES

Resumo: O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes métodos de estimativas da ETo em relação ao método padrão Penman-Monteith – FAO 56 para as condições climáticas do Município de Petrolina-PE. Foram analisados para a estimativa da ETo os métodos de Penman-Monteith – FAO 56, Radiação – FAO 24, Blaney-Criddle - FAO 24, Turc, Makkink, Priestley-Taylor e Hargreaves-Samanni (1985), sendo o método de Penman-Monteith FAO adotado como padrão. Foram obtidos os valores diários da umidade relativa do ar média, máxima e mínima (%), temperaturas mínima, média e máxima (°C), velocidade do vento ($m\ s^{-1}$), radiação solar global ($MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$), saldo de radiação ($MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$) e precipitação ($mm\ d^{-1}$), referentes ao período de maio de 2003 à dezembro de 2007. Os métodos que melhor atenderam a estimativa da ETo em Petrolina, PE, foram os da Radiação – FAO 24 e o de Blaney-Criddle, sendo uma boa alternativa para o manejo de irrigação da região.

Palavras-chave: ETo, manejo de irrigação, Penman Monteith

COMPARISON OF METHODS FOR ESTIMATIVE OF THE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION IN PETROLINA-PE

Abstract: The aim of this study was to evaluate the performance of different methods for estimating ETo in relation to Penman-Monteith method pattern - FAO 56 for climatic conditions in the city of Petrolina-PE. Were analyzed for estimating ETo the Penman-Monteith - FAO 56, Radiation - FAO 24 Blaney-Criddle - FAO 24, Turc, Makkink, Priestley-Taylor and Hargreaves-Samanni (1985), and the method of Penman-Monteith FAO adopted as the standard. We obtained daily average relative humidity, maximum and minimum (%), minimum temperature, average and maximum (° C), wind speed ($m\ s^{-1}$), global solar radiation ($MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$), net radiation ($MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$) and precipitation ($mm\ d^{-1}$) for the period from May 2003 to December 2007. The methods that best met the estimate of ETo in Petrolina, Brazil, were those of Radiation - FAO 24 Blaney-Criddle and of being a good alternative to the irrigation management in the region.

Key-words: ETo, irrigation management, Penman Monteith

Introdução

O manejo da irrigação requer, além de métodos e tecnologia adequada, estudos específicos de consumo de água para cada cultura em épocas, locais e estádios de desenvolvimento distintos. Uma alternativa para o manejo eficiente de sistemas de irrigação é a utilização da evapotranspiração da cultura (ETc) a qual pode ser estimada por meio da evapotranspiração de referência (ETo) e do coeficiente de cultura (Kc). Dentre os diversos

métodos para a obtenção da ETo, o método de Penman-Monteith padronizado pela FAO (ET₀-PM) é o padrão podendo ser definido como a evapotranspiração que ocorre em uma cultura hipotética, a qual possui uma altura fixa de 0,12 m, albedo igual a 0,23 e resistência da superfície ao transporte de vapor de água igual a 70 s m⁻¹ (ALLEN et al., 1998). Esse método requer grande número de variáveis que nem sempre estão disponíveis em uma estação, e, por isso, diferentes métodos que utilizam-se de um menor número de variáveis vêm sendo avaliados para a determinação da ETo, com resultados bastante distintos o que tem dificultado a utilização do usuário (CONCEIÇÃO; MANDELLI, 2005; MENDONÇA et al., 2003; MENDONÇA; DANTAS, 2010). Deste modo, recomenda-se que antes de aplicar um método para determinado local, verifique-se o desempenho deste e, quando necessário, sejam feitas calibrações a fim de minimizar erros de estimativa (ALLEN et al., 1998). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes métodos de estimativas da ETo em relação ao método padrão Penman-Monteith – FAO 56 para as condições climáticas do Município de Petrolina-PE.

Material e métodos

Os dados climatológicos necessários para a execução desse trabalho foram obtidos a partir de uma estação meteorológica automática, localizada no Campo Experimental de Bebedouro (09°09'S; 40°22'W e 365,5m), na Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo BSw^h, ou seja, semiárido com temperaturas médias anuais elevadas, da ordem de 26,03°C e precipitação média de 522,3 mm (EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2009). Foram obtidos os valores diários da umidade relativa do ar média, máxima e mínima (%), temperaturas mínima, média e máxima (°C), velocidade do vento (m s⁻¹), radiação solar global (MJ m⁻² d⁻¹), saldo de radiação (MJ m⁻² d⁻¹) e precipitação (mm d⁻¹), referentes ao período de maio de 2003 à dezembro de 2007.

Foi utilizado o Programa Computacional REF-ET (ALLEN, 2000) para a estimativa da ET₀ pelos métodos de Penman-Monteith – FAO 56, Radiação – FAO 24, Blaney-Criddle - FAO 24, Turc, Makkink, Priestley-Taylor e Hargreaves-Samanni (1985). A análise do desempenho dos métodos estudados foi realizada comparando-se os valores de evapotranspiração de referência obtidos por cada método com os obtidos com uso do método padrão Penman-Monteith – FAO 56, por meio da análise de regressão, na escala de um dia. A análise de desempenho dos métodos também se baseou nos parâmetros da equação de regressão linear simples (a e b), no coeficiente de determinação (r²), no índice de concordância (d) e no índice de desempenho (c) obtido pela multiplicação do coeficiente de correlação com o valor de d.

O coeficiente c, proposto por Camargo e Sentelhas (1997), foi interpretado de acordo com os referidos autores como: “ótimo” (c > 0,85); “muito bom” (c entre 0,76 e 0,85); “bom” (c entre 0,66 e 0,75); “mediano” (c entre 0,61 e 0,65), “sofrível” (c entre 0,51 e 0,60), “mau” (c entre 0,41 e 0,50) e “péssimo” (c < 0,40).

Já a precisão foi dada pelo coeficiente de determinação, a qual indica o grau em que a regressão explica a soma do quadrado total. 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 de concordância ou ajuste, representado pela letra “d” (WILLMOTT et al., 1985). Seus valores variam desde zero, onde não existe concordância, a 1, para a concordância perfeita.

O índice de aproximação é calculado aplicando-se a seguinte expressão:

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n [(|P_i - \bar{O}|) + (|O_i - \bar{O}|)]^2} \quad (1)$$

em que,

d = índice de concordância ou ajuste;

P_i = evapotranspiração de referência obtida pelo método considerado, mm d⁻¹;

O_i = evapotranspiração de referência obtida pelo método-padrão, mm d⁻¹;

\bar{O} = média dos valores de ET₀ obtido pelo método-padrão, mm d⁻¹; e

n = número de observações

Resultados e discussões

Na Figura 1 estão apresentados os gráficos e os modelos resultantes da regressão linear considerando os métodos de estimativa utilizados na análise tendo o método de Penman-Monteith padronizado pela FAO (ET₀-PM) como padrão. A análise da mesma permite inferir que os modelos da Radiação – FAO 24 e o de Blaney-Criddle apresentaram tendência a superestimar os valores de evapotranspiração estimados pelo método padrão de Penman-Monteith. Por outro lado, os métodos de Turc, Makkink, Priestley-Taylor e Hargreaves-Samanni (1985), na maioria das medidas subestimaram tais valores. Verifica-se que a ET₀ estimada pelos métodos da Radiação – FAO 24 e o de Blaney-Criddle foram as que melhores se ajustaram ao método de Penman-Monteith apresentando um coeficiente de correlação de 0,92 e 0,89, e um índice de exatidão “d” de 0,95 e 0,92, o que resultou em um índice de desempenho “c” de 0,87 e 0,83, podendo ser classificados como ótimo e muito bom, respectivamente. AMATYA et al (1992), que em estudo realizado na Carolina do Norte (EUA), relataram que a radiação foi o elemento meteorológico mais importante no processo de evapotranspiração. Isto provavelmente está relacionado ao fato de que a radiação é a principal fonte de energia no processo de evaporação (Allen et al, 1998). PEREIRA et al. (2009) em trabalho realizado na região da Serra da Mantiqueira (MG) também verificaram ótimos desempenhos da estimativa da ET₀ com os métodos da Radiação – FAO 24 e o de Blaney-Criddle. O método de Turc apresentou desempenho mediano (c = 0,64). Enquanto que os métodos de Priestley-Taylor, Makkink e Hargreaves-Samanni (1985) apresentaram desempenho mau e péssimo, respectivamente. REIS et al (2007), avaliando métodos de estimativa da ET₀ para Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo (ES), em comparação ao método padrão- FAO, no período seco (junho a agosto), em escala diária, também obtiveram desempenho classificado como péssimo pelo método de Hargreaves-Samanni (1985).

Conclusões

A partir deste estudo, concluiu-se que: a) Os métodos da Radiação – FAO 24 e o de Blaney-Criddle atendem satisfatoriamente à estimativa da ET₀ em Petrolina, PE, sendo uma boa alternativa para o manejo de irrigação da região; b) Não se recomenda o uso do método de Hargreaves-Samanni (1985) para estimativas diária de ET₀ em Petrolina, PE.

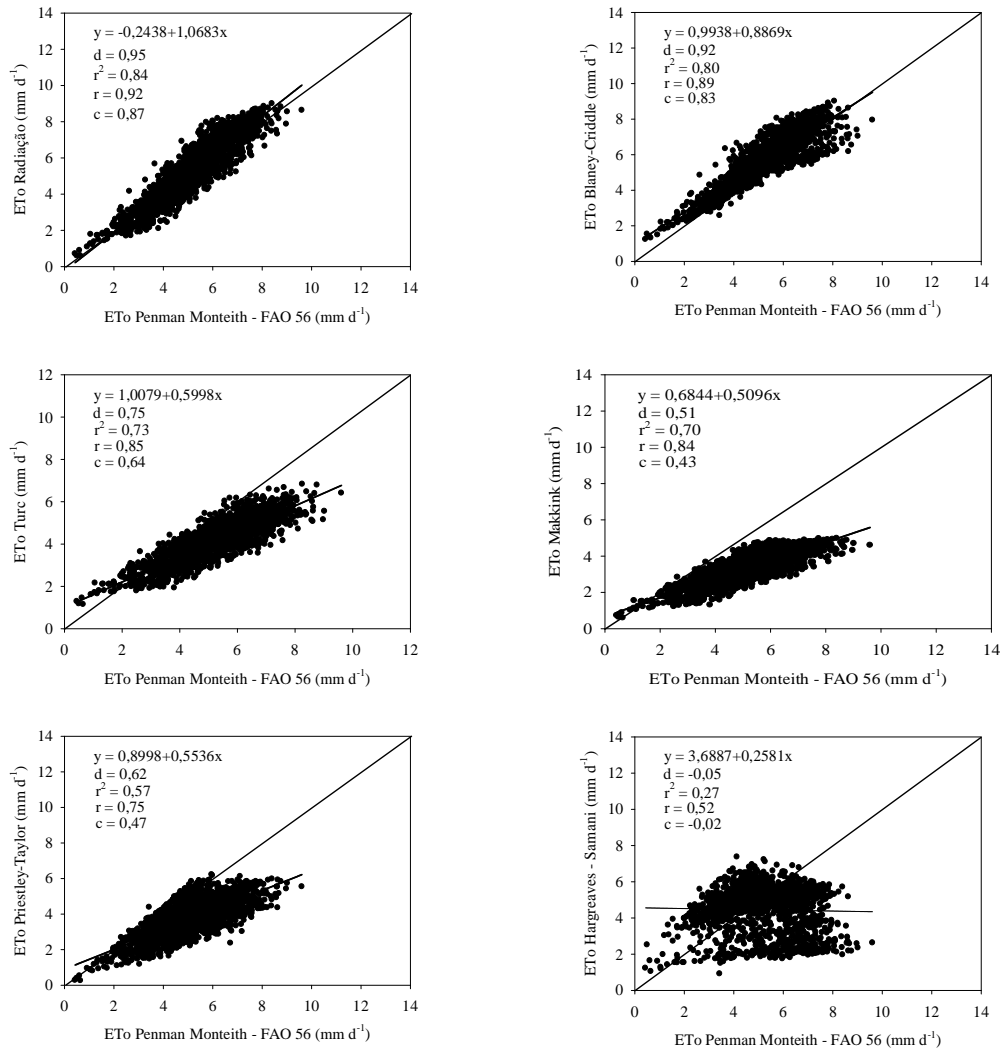


Figura 1. Equações, índice de exatidão (d), coeficientes de determinação (r²), coeficiente de correlação (r) e índice de concordância (c), obtidos entre os valores de ET₀ estimada pelos métodos de Penman Modificado, Radiação, Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor e Turc, com os valores de ET₀ determinados pelo método de Penman-Monteith FAO 56, para períodos de sete dias.

Referências bibliográficas

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALLEN, R.G. **REF-ET: reference evapotranspiration calculator**, Version 2.1. Idaho: Idaho University, 2000. 82p.

AMATYA, D, M.; SKAGGS, R. W., GREGORIO J. D. Comparatio of Methods for Estimating Potential evapotranspiration. St Joseph. ASAE 1972, 27p. (ASEA Paper, 92-2630)

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, p89-97, 1997

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDELLI, F.; Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência em Bento Gonçalves, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 303-307, 2005.

LUNARDI, M. A.; LUNARDI, D. M. C.; CAVATI, N. Comparação entre medidas evapotranspirométricas e metodológicas da FAO, na determinação da evapotranspiração de referência. **IRRIGA**, v.4, n.1, p.52-66, 1999.

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; DIAS, G. P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 275-279, 2003.

MENDONÇA, E. A.; DANTAS, R. T. Estimativa da evapotranspiração de referência no município de Capim, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 2, 2010, p. 196-202, 2010.

PEREIRA, D. dos R.; MONTEIRO, S. de N.; MELLO, Y. C. R. de.; SILVA, A. M. da.; SILVA, L. A. da. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG. **Ciência Rural**, v.39, n.9, dez, 2009.

REIS, E.F. et al. Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades do estado do Espírito Santo no período seco. **Idesia, Arica**, v..25, n.3, p.75-84, 2007.

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.