

AVALIAÇÃO DE UM MÉTODO SIMPLES PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

J. E. P. TURCO⁽¹⁾, M. J. GOES⁽²⁾, P. J.D.de. OLIVEIRA⁽³⁾, N.CARLETO⁽⁴⁾

¹ Prof. Adjunto III - Departamento de Engenharia Rural - FCAV/UNESP, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP: 14884-900, Jaboticabal, SP, email: jepturco@fcav.unesp.br

² Graduando em Agronomia, FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP

³ Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo) FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP

⁴ Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo) FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP

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

RESUMO: Com este trabalho o objetivo foi avaliar um método simples de estimativa da evapotranspiração de referência (Hargreaves), comparando com o método de Penman-Monteith, recomendado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) como método padrão para estimativa da ETo, para Jaboticabal, SP. Para esse fim, foi instalada na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, uma estação meteorológica automatizada. Por intermédio da estação meteorológica, foram obtidas medidas da radiação global, radiação líquida, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento. As análises dos resultados foram feitas para o período diário, utilizando-se análise de regressão modelo linear $y = ax + b$, no qual a variável dependente foi o método de Penman-Monteith e a variável independente as estimativas da ETo pelo método de Hargreaves. Foi utilizada uma metodologia que verifica a influência do desvio padrão diário da ETo na comparação dos métodos estudados, indicando que entre o método de Hargreaves e Penman-Monteith estabeleceu uma relação linear. Portanto, podem ser comparados para a localidade estudada. O resultado da análise de regressão indicou um bom ajuste para estimativa da ETo para o método de Hargreaves para o município estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Hargreaves, Estações Meteorológicas Automatizadas, Acurácia .

EVALUATION OF A SIMPLE METHOD FOR DETERMINING THE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION

ABSTRACT: The aim of this investigation was to evaluate a simple method to estimate reference evapotranspiration (Hargreaves), compared to Penman-Monteith method, that is considered standard by the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). The research was developed in an experimental area of the Department of Rural Engineering of the School of Agricultural and Veterinarian Sciences, Câmpus of Jaboticabal, São Paulo State University. An automated weather station was used and it was equipped with sensors to measure global and net radiation, temperature, relative humidity, and wind speed. Analyzes of the results were made for the daily period, using linear regression model $y = ax + b$, where the dependent variable was the Penman-Monteith and the independent variable estimates of ETo by Hargreaves method. Methodology was used to verify the influence of the standard deviation of daily ETo in the comparison of the methods studied, indicating that the methods of Hargreaves and Penman-Monteith established a linear relationship. Therefore, can be compared to the location studied. The result of the regression analysis indicated a good fit for the estimation of ETo to the method of Hargreaves for the city studied.

KEY WORDS: Hargreaves, automated weather station, Accuracy

INTRODUÇÃO: A determinação da evapotranspiração é um problema compartilhado por várias ciências que estudam o sistema solo-planta-atmosfera. Assim a quantificação da evapotranspiração torna-se imprescindível para identificar as variações temporais sobre a necessidade de irrigação, melhorar a alocação dos recursos hídricos e avaliar mudanças na gestão do balanço hídrico. De acordo com Allen et al. (2006) a evapotranspiração de referência é definida como a taxa de evapotranspiração de uma superfície de referência, coberta por uma cultura hipotética com altura de 0,12 m, resistência aerodinâmica de superfície de 70 s m^{-1} e albedo de 0,23, com altura uniforme, sem restrições de água, crescendo ativamente e sombreando completamente o solo. Antes de aplicar um método para determinado local, é necessário verificar o desempenho deste método e, quando necessário, fazer calibrações a fim de minimizar erros de estimativa. Esse desempenho tem sido analisado com a comparação dos métodos em estudo ao método de PM-FAO (CONCEIÇÃO, 2005). A escolha dos métodos de estimativa da evapotranspiração, conforme a sua aplicação variam atendendo às necessidades de precisão e duração dos períodos de cálculo. Pesquisas de recursos hídricos exigem estimativas anuais ou no máximo mensais, mas em projetos de manejo da irrigação, são requeridos períodos mais curtos, de 3 a 10 dias, sendo necessária a adoção de um método preciso para aquela condição (MACHADO 2000). É de grande importância o conhecimento dos métodos mais simples de estimativa da evapotranspiração de referência que demandam dados de fácil obtenção e baixo custo (BONOMO, 1999). Alguns modelos de estimativa da evapotranspiração de referência são precisos, no entanto, requer quantidade expressiva de elementos meteorológicos, como o método PM-FAO. Os produtores rurais em manejo de projetos de irrigação nem sempre dispõe desses dados meteorológicos para utilização de métodos mais complexos de estimativa da ET_0 , sendo necessária a utilização de métodos mais simples (CONCEIÇÃO, 2010). No entanto, tais métodos devem ser calibrados para locais específicos, de modo a fornecerem resultados mais confiáveis (MOHAWESH, 2010). Os métodos baseados na temperatura do ar têm sido frequentemente usados e recomendados, devido à simplicidade dos cálculos e por exigirem poucos dados de entrada e de fácil obtenção (KHOOB, 2008). Entre os métodos que podem ser usados com apenas dados de temperatura, destacam-se Hargreaves e Blaney-Criddle (TRAJKOVI, 2009). Tais métodos podem apresentar correções locais de caráter diário, semanal, mensal ou sazonal que também podem afetar a precisão da estimativa do método. O método de Hargreaves superestima a ET_0 e o método de Blaney-Criddle subestima a ET_0 em locais de clima úmido, conforme observado por Mendonça et al. (2003). A confiabilidade da estimativa da evapotranspiração de referência, pelos métodos simplificados pode ser definida pelo seu grau de aproximação com o valor estimado pelo método padrão PM-FAO.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi desenvolvida na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2013. A referida área experimental está localizada a $21^{\circ}14'05''$ de latitude Sul, $48^{\circ}17'09''$ de longitude Oeste e altitude de 613,68 m. O clima de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa. Na área experimental foi plantada grama batatais (*Paspalum notatum* Flüggé), cobrindo totalmente o solo, onde foram efetuadas irrigações para manter o solo em boas condições hídricas. Os dados meteorológicos foram obtidos em uma estação meteorológica da marca Davis Instruments, instalada na área experimental. A estação automatizada da Davis Instruments possui os seguintes sensores: temperatura e umidade relativa do ar, modelo 7859; velocidade do vento, modelo 7911; radiação solar global, modelo 6450; todos da marca Davis Instruments. Os sensores de radiação solar, temperatura do ar e umidade relativa do ar foram colocados a 1,5 m acima da superfície gramada e o sensor de velocidade do vento a 2 m da superfície gramada. As determinações diárias da evapotranspiração de referência (ET_0) foram obtidas utilizando-se o método de Penman-Monteith (Allen et al., 2006) e o método de Hargreaves (1994). Para ser avaliada a integridade dos dados meteorológicos para estimativa diária da ET_0 foi aplicada uma técnica descrita por Allen et al. (1996). A análise dos resultados foi feita para o período diário, utilizando-se análise de regressão e considerando o modelo linear ($y = ax + b$), na qual a variável dependente será o método de Penman-Monteith (PM) e as estimativas da ET_0 pelo método de Hargreaves a variável independente. Para verificar a influência do desvio padrão diário da ET_0 na comparação dos métodos estudados foi aplicada uma metodologia descrita por Vuolo (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Nota-se nas Figuras 1a e 1b os registros de temperatura máxima e mínima da estação meteorológica da marca Davis Instruments, sendo comparados aos valores obtidos da estação convencional, na forma acumulativa segundo a técnica da análise de massa dupla. A inclinação da reta apresentada nos gráficos de praticamente 45° indica uma boa estimativa dos dados. As Figuras 2 mostra a correlação entre os valores diários da ETo, obtidos com o método de Hargreaves em relação ao método de Penman-Monteith, para região do município de Jaboticabal – SP. Essas comparações fornecem a base para avaliar os valores diários da ETo, obtidos pelo método de Hargreaves em relação aos obtidos pelo método de Penman-Monteith. Se os valores diários da ETo obtidos pelo método de Penman-Monteith forem semelhantes aos obtidos pelo método de Hargreaves a linha de regressão deveria sobrepor-se à reta $y = x$, e os pares de pontos deveriam estar próximos à linha de regressão. Se a linha de regressão estiver afastada da reta $y = x$, e os pares de pontos estiverem próximos à linha de regressão, isso significa que os valores obtidos pelo método de Hargreaves apresentam uma diferença aceitável em relação aos obtidos pelo método de Penman-Monteith, ou seja, a equação pode ser utilizada com precisão para fazer a correção dos valores obtidos pelo método Hargreaves em relação aos obtidos pelo método de Penman-Monteith. Verifica-se na Figura 2 que a linha de regressão obtida pelos valores da ETo obtidos pelo método de Hargreaves em relação aos obtidos pelo método de Penman-Monteith superestimam a ETo. Ainda analisando a Figura 2, observa-se que não ocorre dispersão dos pares de pontos ao redor da linha de regressão, expressando uma boa equação de correlação, confirmado pelo valor do coeficiente de determinação R^2 (0,8699).

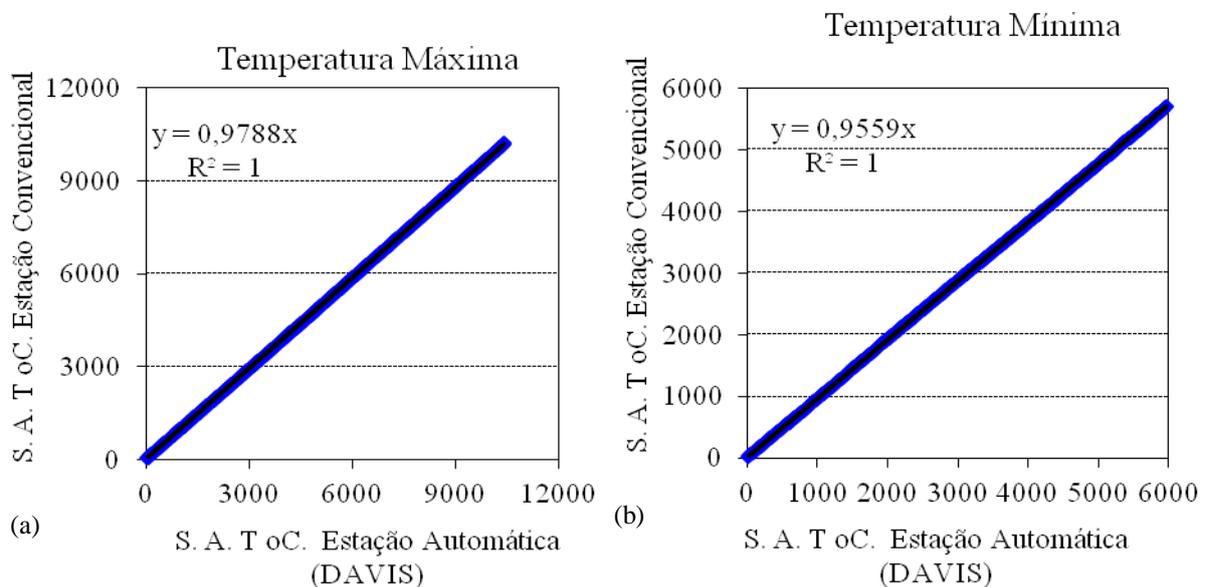


Figura 1. Soma acumulativa da Temperatura Máxima e Mínima da estação meteorológicas da marca Davis Instruments.

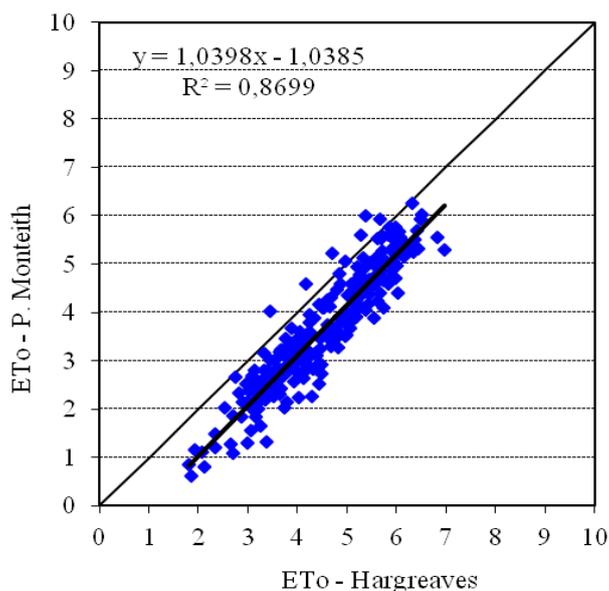


Figura 2. Correlação entre os valores diários da ET₀, obtidos com o método de Hargreaves, no ano de 2013, em relação ao método de Penman-Monteith, para região do município de Jaboticabal – SP.

CONCLUSÕES: A equação obtida pode ser utilizada com precisão para fazer a correção dos valores diários da ET₀ obtidos pelo método Hargreaves em relação aos obtidos pelo método de Penman-Monteith.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. Assessing integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 122, n. 2, p. 97-106, 1996.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de água de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estúdio FAO Riego y Drenaje Paper, 56).
- BONOMO, R. **Análise da Irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais**. 1999. 224 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Evapotranspiração de referência com base na radiação solar global estimada pelo método de Bristow-Campbell. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 619-626, 2010.
- CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDELLI, F. Comparação entre métodos de estimativa de evapotranspiração de referência em Bento Gonçalves, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 303-307, 2005.
- HARGREAVES, G.H. Defining and using reference evapotranspiration. **J. Irrig. Drain. Eng.**, v.120, n.6, p.1132-1139, 1994.
- KHOOB, A. R. Comparative study of Hargreaves's and artificial neural network's methodologies in estimating reference evapotranspiration in a semiarid environment. **Irrigation Science**, New York, v. 26, n. 3, p. 253-259, 2008.
- MACHADO, R. E.; MATTOS, A. Avaliação do desempenho de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 193-197, 2000.
- MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; DIAS, G. P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 275-279, 2003.
- MOHAWESH, O. E. Spatio-temporal calibration of Blaney-Criddle Equation in Arid and Semiarid environment. **Water Resources Management**, Amsterdam, v. 24, n. 10, p. 2187-2201, 2010.
- TRAJKOVIC, S.; KOLAKOVIC, S. Evaluation of reference evapotranspiration equations under humid conditions. **Water Resource Management**, Amsterdam, v. 23, n. 14, p. 3057-3067, 2009.
- VUOLO, J.E. **Fundamentos da teoria de erros**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1996. 249p.