

ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA REGIÃO DE RIO PARANAÍBA, MG

VINICIUS MENDES RODRIGUES DE OLIVEIRA¹; JOÃO ALBERTO FISCHER¹; MIQUÉIAS GOMES DOS SANTOS²; GEFFSON FIGUEIREDO DANTAS²; JOSÉ RENATO ZANINI³.

1 Engenheiros Agrônomos, Mestrandos do curso de Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias campus Jaboticabal, (16) 98166-2490, viniciusmro91@gmail.com, joaofischer16@gmail.com.

2 Doutorandos do curso de Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias campus Jaboticabal, miqueiassjp@yahoo.com.br, geffson@hotmail.com.

3 Professor Doutor pelo Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal-SP. jrzanini@fcav.unesp.br.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: O objetivo verificar a correlação dos métodos de estimativa de ETo propostos por Hargreaves e Samani, Camargo e Jensen-Haise, comparados com o método padrão Penman Monteith–FAO (PM-FAO) definindo-se coeficientes de ajuste regional para a região de Rio Paranaíba, MG. Foram utilizados dados climáticos coletados na estação meteorológica localizada em Rio Paranaíba, MG (19°09'47" S; 46°16'36" O, durante o período de 01 de julho de 2011 à 30 de junho de 2013. Para comparação foi utilizado o índice de desempenho, índice de exatidão, o erro padrão de estimativa (EPE) e o índice de correlação. O método de estimativa de evapotranspiração que apresenta melhor correlação com o método padrão (PM-FAO), é o método de JH, com um R² de 89%, seguido do método de HS, com R² de 58% e pelo método C, com R² de 43%. De acordo com os resultados, sugere-se o uso da equação de JH para o cálculo da ETo para a região de Paranaíba, MG, pois esse modelo foi o que apresentou melhor estimativa da evapotranspiração. Com a correção dos dados de evapotranspiração todas as equações analisadas podem ser usadas para a estimativa de evapotranspiração se aproximando do método de PM-FAO.

PALAVRAS–CHAVE: Hargreaves e Samani, Jansen-Haise, Penman-Monteith.

ESTIMATING EVAPOTRANSPIRATION REFERENCE AT REGION OF RIO PARANAIBA-MG

ABSTRACT: The objective of this Article is to check the accuracy of methods of estimating ETo proposed by Hargreaves e Samani, Camargo e Jensen-Haise, compared with the standard method-FAO (Penman-Monteith) defining coefficients of regional adjustment to the region of Rio Paranaíba - MG. Were used climate data collected by a meteorological station automatic during the period of 01 of July of 2011 to 30 of June of 2013. For comparison was used the performance index, index of accuracy, the standard error of estimate (EPE) and the index of correlation. The method of estimation of evapotranspiration that presents a better correlation with the standard method (PM-FAO), is the method of JH, with an R² of 89 %, followed by the method of HS, with R² of 58 and by method C, with R² of 43 %. For the region without the correction of the data the equation of Jesen-Haise can be used with good accuracy of estimation. With the correction of the data all equations can be used to estimate evapotranspiration approaching the method of Penman-Monteith.

KEYWORDS: Hargreaves and Samani, Jansen-Haise , Penman-Monteith.

INTRODUÇÃO: Atualmente, vem crescendo a conscientização popular para o uso racional dos recursos hídricos, e, nesse sentido o conhecimento do consumo hídrico das culturas, obtido com base na evapotranspiração. Identificar a necessidade das culturas em relação a água de forma exata permite atualizar as metodologias existentes. Desta forma, é possível buscar técnicas consigam avaliações mais

rápidas, simples e precisas da evapotranspiração. A evapotranspiração de referência (ET₀) é a perda de água de uma extensa superfície cultivada com grama, com altura de 0,08 a 0,15 m, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e sem deficiência de água. Para tanto, existem vários métodos que estimam a evapotranspiração, quando esta não pode ser medida, e o método considerado padrão (FAO 56) é o de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Mas este método padrão necessita de muitas variáveis de entrada para o cálculo da evapotranspiração de referência, e com isso vários outros métodos foram estudados para substituí-lo, mas necessitam ainda serem testados em diversos tipos de clima. O objetivo verificar a correlação dos métodos de estimativa de ET₀ propostos por Hargreaves e Samani, Camargo e Jensen-Haise, comparados com o método padrão Penman Monteith-FAO (PM-FAO) definindo-se coeficientes de ajuste regional para a região de Rio Paranaíba, MG.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados foram coletados com o auxílio por uma estação climatológica automática, instalada em área vegetada com grama batatais com 0,1 m de altura com 10 m de bordadura irrigada, na cidade de Rio Paranaíba – MG. Foram coletados dados horários de temperatura máxima e mínima, umidade relativa, velocidade do vento a 2 m de altura e radiação solar.

Para a estimativa da evapotranspiração foram utilizados os métodos de Penman Monteith-FAO (PM-FAO) (Equação 1), Hargreaves e Samani (HS) (Equação 2), Camargo (C) (Equação 3) e Jensen-Haise (JH) (Equação 4). Os valores das variáveis climatológicas foram condensados em médias diárias, com o auxílio do EXCEL 2010®, para posterior aplicação nas equações de estimativa.

$$ET_0 = \frac{0,408 \times \Delta (R_n - G) + \gamma \times \frac{900}{T_{med} + 273} \times U_2 \times (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 \times U_2)} \quad (1)$$

em que: ET₀ - evapotranspiração de referência, mm d-1; Δ - declividade da curva de pressão de vapor na saturação versus temperatura do ar, kPa °C-1; R_n - saldo de radiação na superfície do cultivo, MJ m-2 d-1; G - fluxo total de calor no solo, MJ m-2 dia-1; γ - coeficiente psicrométrico, kPa °C-1; U₂ - velocidade do vento a 2 m de altura, m s-1; e_s - pressão de vapor na saturação, kPa; e_a - pressão de vapor atual, kPa; T_{med} - temperatura média do ar tomada a 2 m de altura, °C;

$$ETP = 0,0023 \times (T_{med} + 17,8) \times (T_x - T_i)^{0,5} \times R_a \quad (2)$$

em que: T_{med}, T_x e T_i temperaturas média, máxima e mínima, °C; R_a - radiação solar no topo da atmosfera, mm dia-1.

$$ETP = R_a \times T_{med} \times K \times D \quad (3)$$

em que: K - fator de ajuste igual a 0,01, para Ta (temperatura média anual do local) até 23,5 °C; 0,0105 para Ta de 23,6 a 24,5 °C; 0,011 para Ta de 24,6 a 25,5 °C; 0,0115 para Ta de 25,6 a 26,5 °C; 0,012 para Ta de 26,6 °C a 27,5; 0,013 para Ta superior a 27,5 °C; D - duração do período (neste trabalho considerado igual a um, por ser ET₀ diária).

$$ETP = \frac{(0,025 \times T + 0,08) \times G}{59} \quad (4)$$

que: ETP - evapotranspiração potencial, mm dia-1; T - temperatura do ar, °C; G - radiação incidente de onda curta, cal cm-2.d-1).

Para as estimativas de ET₀ foram utilizados dados climáticos de 01/07/2011 à 30/06/2013. A ET₀ obtida pelo método Penman Monteith-FAO foi considerada como padrão para comparação com os demais métodos, por essa ser considerada o método mais preciso, por integrar maior quantidade de parâmetros (SYPERRECK et al., 2008).

Para comparação foi utilizado o índice de WILLMONTT (1981) (d), equações de regressão, índice de desempenho (c) (classificado conforme CAMARGO & SENTELHAS, 1997) e o erro padrão de estimativa (EPE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Analisando o índice de exatidão (d) (Tabela 3), antes da correção dos dados, todos os métodos avaliados apresentavam valores abaixo de 0,8, com o extremo de 0,771 para JH. Após a correção, com os coeficientes gerados na equação de regressão, observa-se um aumento no índice de exatidão até 0,99, mostrando que todos os métodos de estimativa em estudo apresentaram alta exatidão se corrigidos para a localidade. Resultados semelhantes aos relatados por GONÇALVES et al. (2009) e CONCEIÇÃO (2005) para os métodos de JH e HS.

Antes da correção dos dados a classificação do desempenho (“c”) indica que o método de JH é bom, e de acordo com CAMARGO & SENTELHAS (1997) pode ser usado sem correção dos dados. Por outro lado, os métodos de HS e C apresentaram desempenho sofrível e mau, e com isso não são indicados para uso na estimativa de ETo (Tabela 3).

Após a correção dos dados, método de JH apresentou 0,95 no índice “c” de desempenho, classificado como “ótimo”, continuando como o método mais indicado. Para os demais métodos observa-se melhora no desempenho, com valores de 0,75 e 0,65, para HS e C, classificando-os como “bom” e “mediano”. SYPERRECK et al. (2008), trabalhando também com comparação entre métodos de estimativa de ETo, tomando como padrão o método PM-FAO, com dados climáticos de Palotina, Estado do Paraná, também observaram que o desempenho do método de HS foi classificado como sendo “bom”, e para os métodos de C e JH a classificação desses método conforme o índice “c” foi “bom” contrapondo os resultados obtidos nesse trabalho. O método de HG apresenta altos índices de precisão “r”, de desempenho “c”, exatidão “d” próximo da unidade, para a maioria das regiões citrícolas do estado de SP, e sugerem ser este um método adequado para estimativa da ETo nestas localidades.

TABELA 1. Índices de exatidão (d), índice de desempenho (c), erro padrão de estimativa (EPE) e classificação do índice de desempenho, para os dados de evapotranspiração antes e após a correção dos dados.

Método de Estimativa	Antes da Correção				Após a Correção			
	d	c	Classificação*	EPE(%)	d	c	Classificação*	EPE(%)
PM	-	-	-	100	-	-	-	100
HS	0,673	0,512	Sofrível	133,58	0,980	0,746	Bom	97,93
C	0,768	0,502	Mau	95,26	0,983	0,642	Mediano	99,99
JH	0,771	0,731	Bom	138,43	0,997	0,956	Ótimo	100,36

Conforme a Tabela 2, a equação com melhor R² foi a equação de Jasen Haise, e com isso pode ser utilizada para estimativa de evapotranspiração sem a correção para a região de Rio Paranaíba-MG. Após a correção dos dados, todas as equações apresentaram coeficiente angular igual a 1 e coeficiente linear igual a 0, propondo a reta Y = X, e com isso a evapotranspiração estimada pelas equações não padrão se aproxima quase perfeitamente da evapotranspiração estimada pelo método padrão (Penman-Monteith).

TABELA 2. Equações de regressão. Eixo X está a evapotranspiração pelo método de Penman-Monteith e no eixo Y está as equações de estimativa.

Método	Equação (Y = aX + b)	Coeficiente de Regressão (R ²)
Hargreaves Samani	Y = 0,7309X + 1,8311	58 %
Camargo	Y = 0,5010X + 1,3337	43 %
Jasen Haise	Y = 1,3793X + 0,0148	89 %

CONCLUSÕES: Para a região, sem a correção dos dados, a equação de Jesen-Haise pode ser usado para estimativa da ETo. Com a correção dos dados, para esta região, todas as equações podem ser usadas para a estimativa de evapotranspiração se aproximando do método de Penman-Monteith.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotraspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297 p.
- 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, p. 89-97, 1997.

CONCEIÇÃO, M.A.F. Estimativa da evapotranspiração de referência com base na temperatura do ar para as condições do Baixo Rio Grande, SP. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.11, n.2, p.229-236, 2003.

GONÇALVES, F.M.; FEITOSA, H.O.; CARVALHO, C.M.; GOMES FILHO, R.R.; VALNIR FILHO, M. Comparação de métodos da estimativa da evapotranspiração de referencia para o município de Sobral-CE. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v.3, n.2, p. 71-77, 2009.

SYPERRECK, V.L.G.; KLOSOWSKI, M.G.; FURLANETTO, C. Avaliação de desempenho de métodos para estimativas de evapotranspiração de referência para a região de Palotina, Estado do Paraná. Acta Sci. Agron., v.30, p. 603-609. Maringá, 2008.

WILLMOTT, C.J. On the validation of models. Phys. Geogr., Delaware, v. 2, n. 2, p. 184-94, 1981.