

## **COMPARAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET<sub>o</sub>), ESTIMADA PELOS MODELOS TEÓRICOS DE PENMAN-MONTEITH E HARGREAVES-SAMANI, COM USO DO SOFTWARE SISDA<sup>1</sup>**

SOUZA, L.O.C.<sup>2</sup>; FACCIOLI, G.G.<sup>3</sup>; MUDRIK, A.S.<sup>4</sup> e MANTOVAN, E.C. I.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Café EMBRAPA/Café; <sup>2</sup> Eng. Agrícola M.S., Bolsista do PNP&D/Café, Departamento de Engenharia Agrícola, DEA, UFV, Av. P.H. Rolfs s/n., <lotavio@alunos.ufv.br>; <sup>3</sup> Eng. Agrícola M.S., Estudante de Doutorado, Bolsista CAPES, DEA, UFV, Av. P.H. Rolfs s/n., <gregorio@alunos.ufv.br>; <sup>4</sup> Estudante de Agronomia, Bolsista do PNP&D/Café, Departamento de Engenharia Agrícola, DEA, UFV, Av. P.H. Rolfs s/n.; <sup>5</sup> Prof. Titular, D.S., Departamento de Engenharia Agrícola, DEA, UFV, Av. P.H. Rolfs s/n., <everardo@correio.ufv.br>.

**RESUMO:** A determinação das necessidades hídricas da cultura é fator de suma importância, pois trata-se de um parâmetro de referência quando da realização de balanços hídricos, dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação. O uso de um modelo de estimativa em uma determinada região pressupõe sua validade para cada localidade, sendo de fundamental importância fazer um contraste e calibração dos diferentes modelos para cada localidade onde se deseja utilizá-los, levando em consideração as condições edafoclimáticas. O objetivo do presente trabalho foi estimar e comparar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelos métodos de Penman-Monteith (PM) e Hargreaves e Samani (HS), para suporte ao manejo de sistemas de irrigação da região de Rio Preto-MG, utilizando dados de estação meteorológica automática, com auxílio do software SISDA. Os resultados obtidos mostram que os valores estimados pelo método de Hargreaves e Samani superestimam os valores de ET<sub>o</sub>, necessitando-se de ajuste local.

**Palavras-chave:** evapotranspiração de referência, café, SISDA..

### **COMPARISON OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION (ET<sub>o</sub>), ESTIMATED BY THE THEORETICAL MODELS OF PENMAN-MONTEITH AND HARGREAVES-SAMANI, WITH USE OF THE SOFTWARE SISDA**

**ABSTRACT:** The determination of the crop water needs is a factor of highest importance, because it is a reference parameter when you make water balance, design and management of systems irrigation. The use of an estimate model in a certain region, presupposes its validity to each place, being of fundamental importance to make a contrast and calibration of the different models, for each place where you want to use them, taking in consideration the environmental conditions. The objective of this present work was to

compare the reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>), estimated by the Penman-Monteith method (PM) and Hargreaves-Samani (HS), for support the management of systems irrigation in the region of Rio Preto MG, using data from an automatic meteorological station, with use of the software SISDA. The obtained results show that the values estimated by Hargreaves-Samani method overestimate the ET<sub>o</sub> values, being needed a local adjustment.

**Key words:** reference evapotranspiration, coffee, SISDA.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem havido grande demanda para a implantação e, principalmente, o manejo de sistemas de irrigação em lavouras cafeeiras. Entretanto, em face da ausência de resultados de pesquisa, a implantação e, principalmente, o manejo dos sistemas de irrigação têm sido realizados de forma empírica e desordenada, havendo necessidade de se estudar o real benefício dessa prática e as melhores alternativas de sistemas de irrigação e manejo. A determinação das necessidades hídricas da cultura é fator de suma importância, pois trata-se de um parâmetro de referência quando da realização de balanços hídricos, dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação (BONOMO, 1999). Para determinar as necessidades hídricas das culturas, o método mais usual está baseado na estimativa da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>). A estimativa da ET<sub>c</sub> envolve um processo de duas etapas. Na primeira, estima-se a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), geralmente utilizando uma equação empírica. Na segunda, a ET<sub>c</sub> é obtida ao multiplicar ET<sub>o</sub> por um coeficiente de cultura (kc) que integra as características da cultura e do clima local (DOORENBOS e PRUITT, 1977). A evapotranspiração pode ser definida como a quantidade de água evaporada e transpirada por uma superfície vegetal, durante determinado período, incluindo a evaporação da água do solo, a evaporação da água depositada na superfície das folhas e a própria transpiração pelo vegetal (MANTOVANI, 1993).

SMITH (1991) propôs que se adotasse uma definição padronizada para a evapotranspiração de referência, com vistas, principalmente, à utilização do modelo de Penman-Monteith, como padrão. A evapotranspiração de referência seria aquela que ocorre em uma cultura hipotética, cobrindo toda a superfície do solo, com altura de 12 cm, resistência do dossel de  $70 \text{ s.m}^{-1}$  e poder refletor (albedo) de 0,23. A maioria dos modelos citados na literatura, para o cálculo da evapotranspiração, incorpora diferentes parâmetros do clima local e da cultura. Assim, o uso de um modelo de estimativa em uma determinada região pressupõe sua validade para cada localidade, sendo de fundamental importância fazer um contraste

e uma calibração dos diferentes modelos para cada localidade onde se deseja utilizá-los, levando em consideração as condições (JENSEN et al., 1990). Em locais com disponibilidade suficiente de dados climáticos, a estimativa da evapotranspiração de referência por meio de um método mais complexo, como o de Penman-Monteith, que pondere as diferentes variáveis climáticas, é preferível. No entanto, em condições de manejo de irrigação em locais distantes de estações meteorológicas completas, a utilização de métodos simplificados, baseados em dados de tanques e evaporação ou temperatura do ar, justifica-se em virtude de sua fácil utilização e interpretação dos resultados e do custo relativamente baixo. Em condições em que se dispõe apenas de dados de temperatura máxima e mínima do ar, frequentemente utilizam-se métodos como de Hargreaves e Samani (BONOMO, 1999). Diante do exposto, este trabalho teve por objetivos comparar dois métodos distintos para o cálculo da evapotranspiração de referência, que diferem entre si no nível de complexidade e na quantidade de dados utilizados, sendo eles o método de Hargreaves e Samani e o método de Penman-Monteith, considerado padrão.

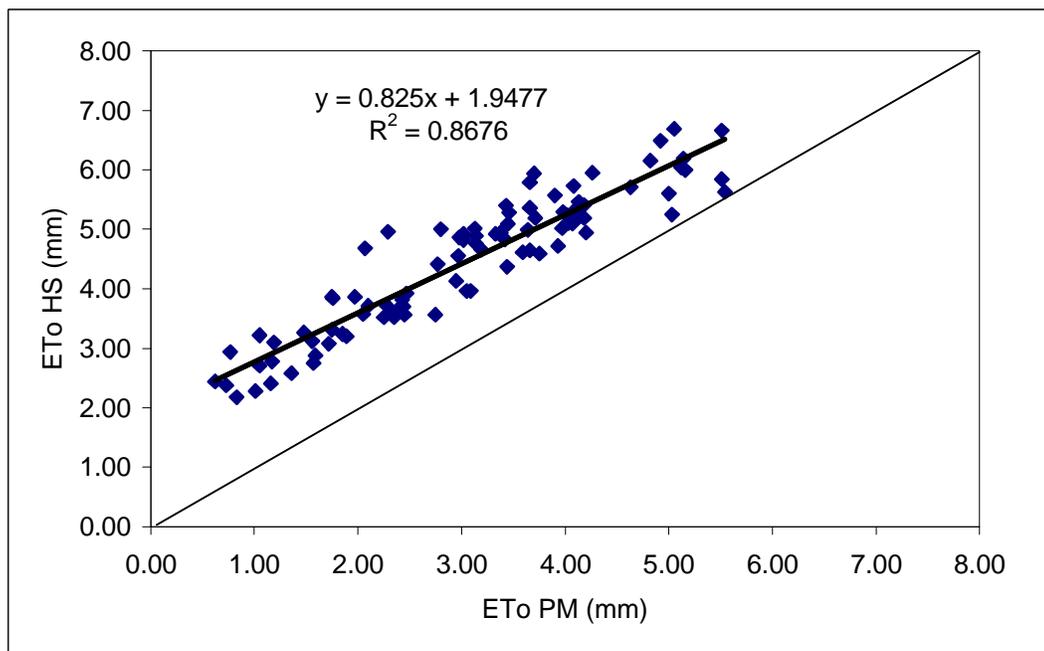
## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em uma propriedade localizada no município de Rio Preto-MG (latitude de 22° 05' S, longitude de 43° 49' O e altitude média de 430 m), durante o período de 1º de janeiro a 31 de março de 2000. A área é cultivada com café irrigado por gotejamento. Os dados foram obtidos de uma estação meteorológica automática, da marca METOS, modelo Micrometos, instalada no local. Durante este período, foram coletados dados de temperaturas máxima, média e mínima, radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa, precipitação e insolação. Esses dados foram inseridos no software SISDA (Sistema de Suporte à Decisão Agrícola), que calculou a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método de Penman-Monteith (PM), considerado padrão. Foi também calculada a ET<sub>o</sub> pelo método de Hargreaves e Samani (HS), visto que o produtor utiliza esse método para o manejo da irrigação. Com os valores de ET<sub>o</sub>, para o período em questão, foram ajustadas equações de regressão utilizando-se de uma planilha de cálculo, a fim de analisar as relações da ET<sub>o</sub> estimada entre o método-padrão e o outro método estudado. As equações de regressão ajustadas foram da forma:  $Y = aX + b$  (equação 1) e  $Y = aX$ , (equação 2), em que Y é a ET<sub>o</sub> estimada para o método de Hargreaves e Samani (HS), X é a ET<sub>o</sub> estimada pelo método-padrão de referência (PM) e a e b são os coeficientes da equação de regressão. Determinou-se o erro-padrão de estimativa do método avaliado (SEE) e o erro-padrão de estimativa ajustado pelos coeficientes de regressão (ASEE), conforme descrito por JENSEN et al. (1990).

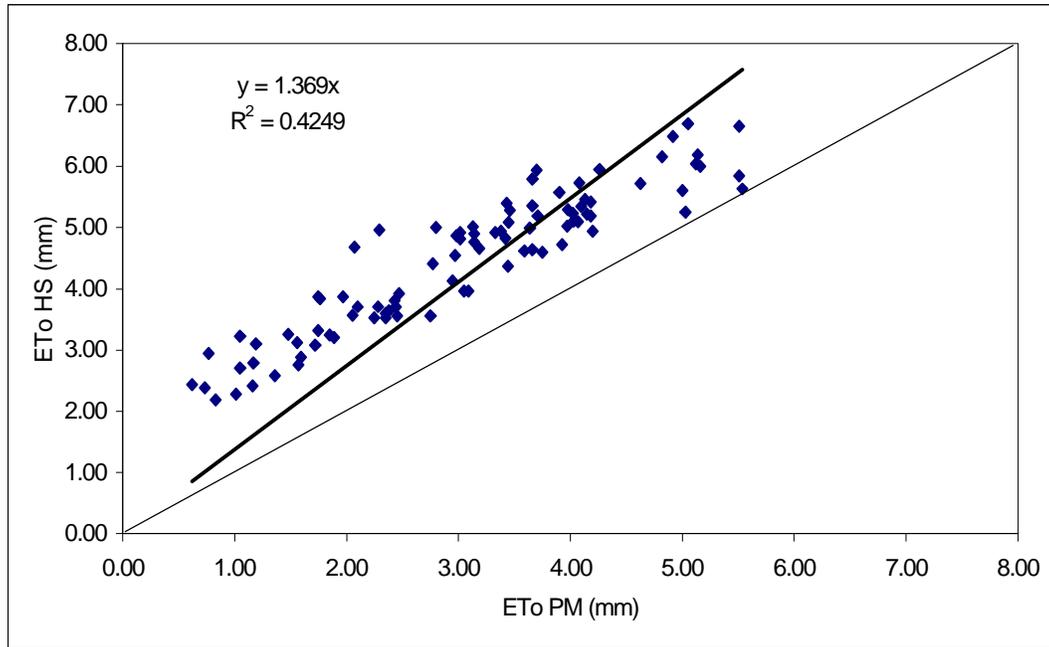
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os dados diários de ETo estimados pelos métodos de Penman-Monteith (PM) em relação ao método de Hargreaves e Samani (HS), gerados pelo software SISDA, bem como a equação de regressão linear completa. Na Figura 2 encontram-se os dados diários de ETo estimados pelos métodos de Penman-Monteith (PM) em relação ao método de Hargreaves e Samani (HS), gerados pelo software SISDA, bem como a equação de regressão linear forçada pela origem. Pode-se observar que, para as duas equações de regressão geradas, os valores estimados pelo método HS foram sempre superiores ao método PM, visto que os dados plotados nos dois gráficos apresentam-se acima da linha bissetriz dos gráficos. Isto pode ser explicado, pois o método de HS apresenta resultados satisfatórios para regiões de clima semi-árido, bem diferente das condições climáticas da região em estudo.

No Quadro 1 são mostrados os valores obtidos pelas análises de regressão, utilizando as equações 1 e 2, feitas para os valores diários de ETo, estimados pelo método-padrão (PM). O erro-padrão da estimativa (SEE) em relação ao método PM, no valor de 1,50 mm/dia, indica a necessidade de um ajuste em relação ao método HS. Os valores do erro-padrão da estimativa ajustados indicam resultados mais precisos nos valores da ETo estimados pelo método de HS.



**Figura 1** - Valores diários de ETo estimados pelos métodos de Penman-Monteith (PM) em relação ao método de Hargreaves e Samani (HS), gerados pelo software SISDA, e a equação de regressão linear completa.



**Figura 2** - Valores diários de ETo estimados pelos métodos de Penman-Monteith (PM) em relação ao método de Hargreaves e Samani (HS), gerados pelo software SISDA, e a equação de regressão linear forçada pela origem.

**Quadro 1** - Resumo das análises estatísticas: (1) percentagem em relação ao método-padrão (PM); (2) erro-padrão de estimativa em relação ao método-padrão (PM); (3) e (4) coeficientes da equação de regressão linear completa; (5) Coeficiente da equação de regressão linear forçada pela origem; (6) coeficiente de determinação para a regressão linear completa; (7) coeficiente de determinação para a regressão linear forçada pela origem; (8) erro-padrão de estimativa ajustado em relação à regressão linear completa; e (9) erro-padrão de estimativa ajustado em relação à regressão linear forçada pela origem.

Método	%	SEE	a	b	a	$r^2$	$r^2$	ASEE	ASEE
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HS	137	1,50	0,83	1,95	1,37	0,87	0,42	0,50	0,63

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, faz-se necessário o ajuste do método de Hargreaves e Samani, visto que esse método superestima valores de evapotranspiração de referência (ETo) calculados pelo método-padrão de Penman-Monteith. A partir do ajuste, os valores de ETo estarão mais próximos aos encontrados pelo método-padrão. Portanto, mesmo na ausência de dados climatológicos mais complexos, dispondo-se apenas de dados de temperatura máxima e mínima, o uso do método de Hargreaves e Samani é prático para tais condições.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONOMO, R. Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais. Viçosa, MG: UFV, 1999. 224p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Guidelines for predicting crop water requirements. (FAO Irrig. and Drain. Paper nº 24), FAO, Rome, Italy. 1975. 179p.
- JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; E ALLEN, R.G. Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE, Manuals and Reports on Engineering Practice no 70, New York. 1990. 332p.
- MANTOVANI, E.C. Desarrollo y evaluacion de modelos para el manejo del riego: estimacion de la evapotranspiracion y efectos de la uniformidad de aplicacion del riego sobre la produccion de los cultivos. Universidad de Cordoba, Cordoba, España, 1993. 184p.
- SMITH, M.; SEGEREN, A.; PEREIRA, L.S.; PERRIER, A.; ALLEN, R. Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guideline for prediction of crop water requirements. FAO, Rome, Italy. 1991. 45p.