

DESEMPENHO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA DIÁRIA EM UBERLÂNDIA, MG.

PERFORMANCE OF DIFFERENT METHODS OF ESTIMATING THE DAILY REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION IN UBERLANDIA, MG.

Valdiney José da SILVA¹; Hudson de Paula CARVALHO²; Cláudio Ricardo DA SILVA²; Reginaldo de CAMARGO²; Reges Eduardo Franco TEODORO²

1. Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil; neyjosilva@hotmail.com; 2. Professores, Doutores, ICIAG – UFU, Uberlândia, MG, Brasil;

RESUMO: Muitas são as metodologias de estimativas da evapotranspiração de referência e o seu conhecimento é base fundamental para dimensionar e manejar adequadamente a irrigação. Neste trabalho foram avaliados alguns métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para as condições climáticas de Uberlândia. Os métodos avaliados foram os de Thornthwaite, Camargo, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor e do Tanque Classe A. As evapotranspirações diárias estimadas por esses métodos foram correlacionadas com as obtidas pelo método padrão (Penman-Monteith FAO-56) por meio de índices estatísticos. O método de Priestley-Taylor apresentou ótimo desempenho enquanto que Thornthwaite e Hargreaves-Samani apresentaram bom desempenho. O método de Camargo obteve desempenho apenas regular enquanto que o do Tanque Classe A apresentou péssimo desempenho. Os métodos de Thornthwaite e Hargreaves-Samani apresentam-se como uma alternativa para se estimar a evapotranspiração de referência quando se dispõe apenas dos dados de temperatura do ar.

PALAVRAS CHAVE: Variáveis climáticas. Equações empíricas. 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 por meio da estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o).

Allen et al. (1998) definem a ET_o, 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. Desta forma, esse conceito assemelha-se com a evapotranspiração de um extenso gramado verde, de altura uniforme, em crescimento e desenvolvimento ativo, cobrindo totalmente a superfície do solo e com teor de água equivalente à capacidade de campo. A partir dos valores de ET_o e com a utilização de certos coeficientes de cultura (K_c) estima-se a evapotranspiração potencial de uma cultura (ET_{pc}) e, com mais alguns parâmetros determina-se a lâmina de irrigação.

Dentre os diversos métodos para a obtenção da ET_o, o método de Penman-Monteith padronizado pela FAO (ET_o-PM) é a padrão (ALLEN et al., 1998). Entretanto, esse método requer um número elevado de elementos meteorológicos que nem

sempre estão disponíveis em uma estação. Por essa razão, os métodos para estimar ET_o que empregam um número menor de variáveis, além de serem mais simples, ainda são importantes para objetivos práticos (CONCEIÇÃO; MANDELLI, 2005).

Muitos trabalhos, em diferentes partes do mundo, vêm avaliando o desempenho dos diferentes métodos de estimativa da ET_o (CAMARGO; SENTELHAS, 1996; MACHADO; MATTOS, 2000; MENDONÇA et al., 2003; MENDONÇA; DANTAS, 2010). As conclusões variam muito segundo cada autor, o que dificulta ao usuário decidir qual método adotar. Desta forma, Pereira et al. (2009) recomendam que antes de aplicar um método para determinado local, é necessário verificar o desempenho deste e, quando necessário, fazer calibrações a fim de minimizar erros de estimativa.

Assim, esse trabalho objetivou avaliar diferentes métodos empíricos na estimativa da ET_o diária, em Uberlândia-MG, tendo como referência o método de Penman-Monteith, padronizado pela FAO.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados climatológicos necessários para execução desse trabalho foram obtidos a partir de uma estação meteorológica convencional de

superfície com coordenadas 18° 55' 25''S, 48° 17' 19''W e altitude de 872 m. Foram obtidos os valores da umidade relativa do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (°C), velocidade do vento (m s⁻¹), evaporação medida no Tanque Classe A (mm dia⁻¹) e a insolação (h) do ano de 2004, totalizando 366 dias (ano bissexto).

A ETo foi estimada diariamente pelos métodos aqui avaliados. Para o cálculo da ETo pelo método de Penman-Monteith (ETo-PM), padronizado pela FAO, seguiu-se a metodologia descrita por Allen et al. (1998) do seguinte modo (Eq.1):

$$ETo = \frac{0,408 \cdot s \cdot (Rn - G) + \frac{\gamma \cdot 900 \cdot U_2 \cdot (es - ea)}{T + 273}}{s + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)} \quad (1)$$

Em que:

ETo = evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹

Rn = radiação líquida total diária, MJ m⁻² dia⁻¹;

G = fluxo de calor no solo, MJ m⁻² dia⁻¹;

U₂ = velocidade do vento, medida a dois metros de altura, m s⁻¹;

$$Rn = Qg(1 - r) - 4,903 \cdot 10^{-9} T \left(0,34 - 0,14 \sqrt{e_a} \right) \left(0,1 + 0,9 \frac{n}{N} \right) \quad (1.4)$$

Em que:

T = temperatura média diária, °C;

ea = pressão parcial de vapor média, kPa;

n = insolação, h;

N = fotoperíodo, h;

r = albedo da superfície, adimensional;

Qg = Irradiância solar global diária (MJ m⁻² dia⁻¹).

O fluxo de calor no solo (G) foi estimado pela Eq. 1.5

$$G = 0,38 \cdot (T_d - T_{-3d}) \quad (1.5)$$

Em que:

T_d = temperatura média do ar do dia em questão, °C;

$$Kp = 0,482 + 0,024 \ln F - 0,000376 U + 0,0045 UR \quad (2.1)$$

Em que:

F = distância da área de bordadura em relação ao centro do tanque, m;

U = velocidade do vento, km h⁻¹;

UR = umidade relativa do ar, %.

$$ETP = 0,01 \cdot Qo \cdot T \cdot ND \quad (3)$$

$$ETp = 16 \cdot \left(10 \cdot \frac{Tn}{I} \right)^a \quad \text{para } 0 \leq Tn < 26,5 \text{ °C} \quad (4)$$

Em que:

T = temperatura média do ar, °C;

γ = constante psicrométrica, 0,063 kPa °C⁻¹;

es = pressão de saturação de vapor, kPa;

ea = pressão parcial de vapor, kPa;

s = é a declividade da curva de pressão de vapor na temperatura do ar, kPa °C⁻¹.

A pressão de saturação de vapor (es) foi estimada pela Eq. 1.1

$$es = 0,06108 \cdot 10^{\left(\frac{7,5}{273,3+T} \right)} \quad (1.1)$$

A pressão parcial de vapor (ea) foi estimada pela Eq. 1.2

$$ea = \frac{(es \cdot UR)}{100} \quad (1.2)$$

A declividade da curva de pressão de vapor (s) foi calculada pela Eq. 1.3

$$s = \frac{4098 \cdot es}{(T + 273,3)^2} \quad (1.3)$$

A radiação líquida total diária (Rn) foi calculada pela Eq. 1.4

T_{-3d} = temperatura média do ar dos três dias anteriores, °C.

Foram avaliados os seguintes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo): Método do Tanque Classe A (Eq. 2), Método de Camargo (Eq. 3), Método de Thornthwaite (Eq. 4), Método de Hargreaves-Samani (Eq. 5), Método de Priestley-Taylor (Eq. 6), obtidos conforme descrição feita por Pereira et al. (2002).

$$Eto = Kp \cdot ECA \text{ (mm)} \quad (2)$$

em que Kp é o coeficiente do tanque (adimensional).

Os valores do coeficiente do tanque para as condições locais de Uberlândia-MG, foram obtidos com base Equação 2.1.

Em que:

ETP = evapotranspiração potencial, mm dia⁻¹;

Qo = irradiância solar global extraterrestre, mm dia⁻¹;

T = temperatura média do ar, °C;

ND = número de dias do período considerado.

ETp = evapotranspiração potencial padrão, mm dia⁻¹;

T_n = temperatura média do mês, °C;
 I = índice que expressa o nível de calor disponível na região, °C.

$$ETP = -415,85 + 32,24 \cdot T_n - 0,43 \cdot T_n^2 \text{ para } T_n \geq 26,5 \text{ °C} \quad (4.1)$$

O valor do índice I será calculado da seguinte forma (Eq. 4.2):

$$I = \sum_{n=1}^{12} (0,2 \cdot T_n)^{1,514} \quad (4.2)$$

$$a = 6,7510^7 \cdot I^3 - 7,7110^5 \cdot I^2 + 1,791210^2 \cdot I + 0,4923 \quad (4.3)$$

Os coeficientes I e a , calculados com as normais climatológicas, são características da região, tornam-se constantes, sendo independentes do ano de estimativa de ETP.

O valor de ETP calculado, por definição, representa o total mensal da evapotranspiração que ocorreria naquelas condições térmicas, mas para um mês padrão de 30 dias, em que cada dia teria 12 horas de fotoperíodo. Portanto, para se obter a ETP do mês correspondente esse valor de ETP deve ser

$$ETP = 0,0023 Q_o (T_{\max} - T_{\min})^{0,5} \cdot (T_{\text{med}} + 17,8) \quad (5)$$

Em que:

ETP = evapotranspiração Potencial, mm dia⁻¹;
 Q_o = irradiância solar global extraterrestre, mm dia⁻¹;
 T_{\max} = temperatura máxima do ar, °C;
 T_{\min} = temperatura mínima do ar, °C;
 T_{med} = temperatura média do ar, °C.

$$ETP = 1,26 \cdot W \cdot \frac{(R_n - G)}{2,45} \quad (6)$$

Em que:

R_n = radiação líquida total diária, MJ m⁻²d⁻¹;
 G = fluxo total diário de calor no solo, MJ m⁻²d⁻¹;
 W = fator ponderação dependente da temperatura e do coeficiente psicrométrico.

Sendo que W é calculado pelas Equações 6.1 e 6.2.

$$W = 0,407 + 0,0145 \cdot T \quad (0 \text{ °C} < T < 16 \text{ °C}) \quad (6.1)$$

$$W = 0,483 + 0,01 \cdot T \quad (16,1 \text{ °C} < T < 32 \text{ °C}) \quad (6.2)$$

Caso G não seja medido, adota-se uma fração de R_n como representativa desse fluxo, ou seja, $G = f R_n$, sendo $0 \leq f \leq 0,1$ para gramado (condição de ETP). É comum adotar $G = 0$, porém esse termo será calculado pela Equação 6.3.

$$G = 0,38 \cdot (T_d - T_{-3d}) \quad (6.3)$$

Em que:

T_d = temperatura média do ar do dia em questão, °C;
 T_{-3d} = temperatura média do ar dos 3 dias anteriores, °C. fotoperíodo médio daquele mês, h.

Os valores de evapotranspiração de referência estimados nos métodos do Tanque Classe A (ETo-TCA), Camargo (ETo-C), Thornthwaite

No caso de $T_n \geq 26,5 \text{ °C}$ a ETP será calculada pela Equação 4.1.

O expoente a , da equação 2, sendo função de I , também é um índice térmico regional, e é calculado por função polinomial (Eq. 4.3).

corrigido em função do número real de dias e do fotoperíodo do mês ou seja:

$$ETP = ETP_p \cdot Cor \quad (4.4)$$

$$Cor = \left(\frac{ND}{30}\right) \cdot \left(\frac{N}{12}\right) \quad (4.5)$$

Em que:

ND = número de dias do mês em questão;
 N = fotoperíodo

(ETo-THO), Hargreaves-Samani (ETo-HS) e Priestley-Taylor (ETo-PYT) foram confrontados com os valores estimados por ETo-PM por meio de índices estatísticos, como: o índice de concordância de Wilmott (WILMOTT et al. 1985), d (Eq. 7), o coeficiente de correlação de Pearson, r (Eq. 8) e por último, o coeficiente de confiança ou desempenho (Eq. 9).

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right] \quad (7)$$

Em que:

d = índice de exatidão, adimensional. Os valores de “ d ” podem variar de 0, para nenhuma concordância, a 1, para uma concordância perfeita;

E_i = valor estimado;

O_i = valor observado;

\bar{O} = média dos valores observados.

N = número de observações.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (8)$$

Em que:

r = coeficiente de correlação de Pearson, adimensional;

x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n = são os valores medidos de ambas as variáveis. Os valores médios de x e y foram calculados, respectivamente, pelas Equações 8.1 e 8.2.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (8.1)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \quad (8.2)$$

$$c = r \cdot d \quad (9)$$

Em que:

c = coeficiente de confiança ou desempenho, adimensional;

r = coeficiente de correlação de Person;

d = índice de concordância de Wilmott.

O coeficiente c, proposto por Camargo e Sentelhas (1996), é 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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 (ETo-PM) como padrão. Nota-se que os métodos de Priestley-Taylor e Hargreaves-Samani apresentaram tendência de superestimar os valores de ETo.

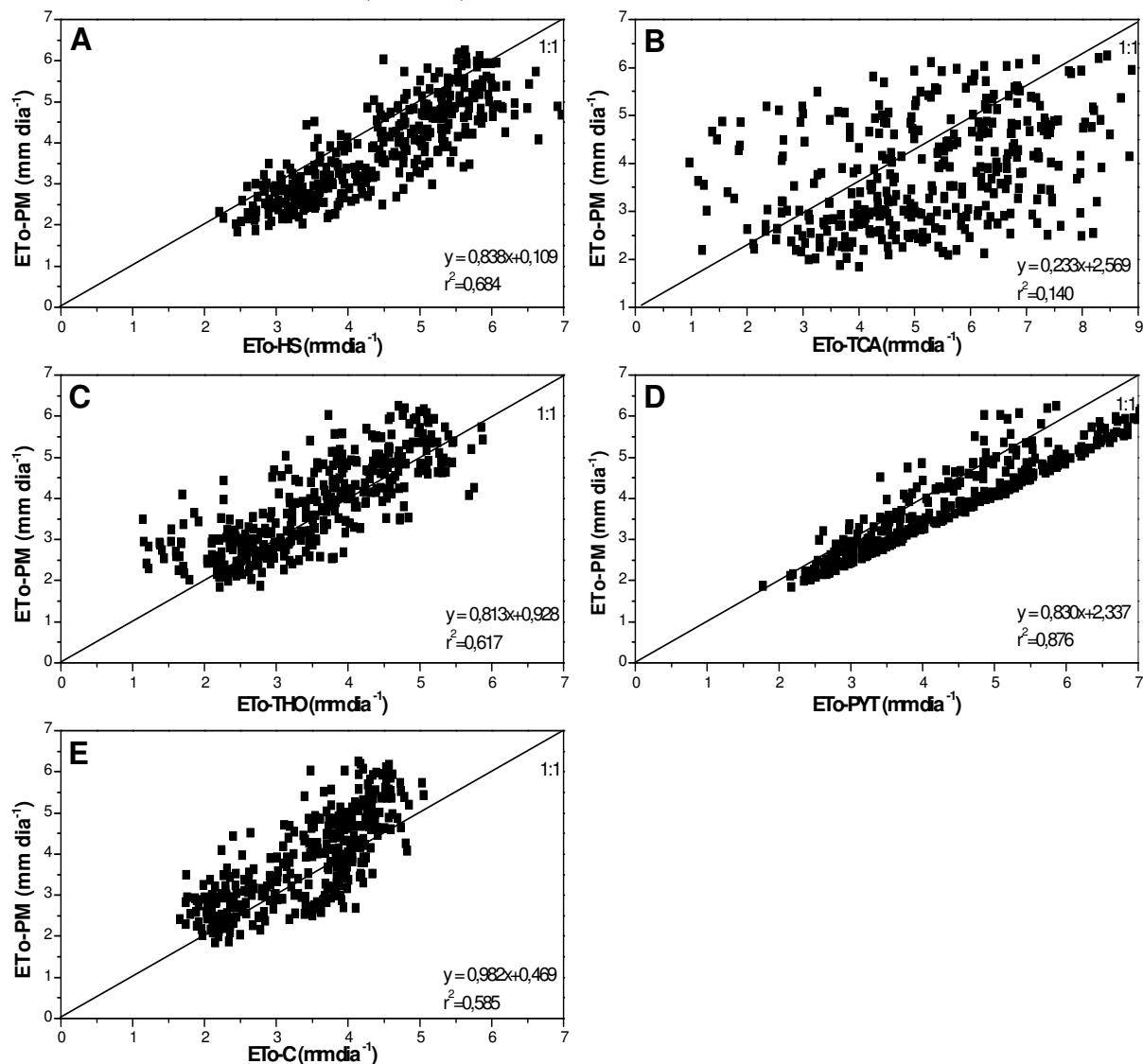


Figura 1. Comparação entre os valores diários da ETo estimados pelo método de Penman-Monteith (ETo-PM) e os obtidos pelos métodos de Hargreaves-Samani (ETo-HS), Tanque Classe A (ETo-TCA), Thornthwaite (ETo-THO), Priestley-Taylor (ETo-PYT) e Camargo (ETo-C) em Uberlândia, MG.

Resultado semelhante foi obtido por Camargo e Sentelhas (1996) com o método de Hargreaves-Samani para estimativa da evapotranspiração potencial medida em lisímetro de drenagem na escala mensal no Estado de São Paulo. Por outro lado, os métodos de Thornthwaite e Camargo, na maioria das medidas, subestimaram tais valores. Conceição e Mandelli (2005) verificaram desempenho semelhante para os métodos de Camargo e Thornthwaite na região de Bento Gonçalves, RS. Enquanto que o método do Tanque Classe A apresentou baixa correlação com a ETo-PM. Vescove e Turco (2005) também não

obtiveram boa correlação desse método com o de Penman-Monteith para a região de Araraquara, SP evidenciando o baixo seu baixo ajuste.

Analisando os valores da Tabela 1, verifica-se que o método de Priestley-Taylor apresentou ótimo índice de desempenho “c”. A regressão linear se ajustou bem para os resultados de ETo diários. O ótimo desempenho desse método era esperado por ele se assemelhar ao método padrão exigindo praticamente os mesmos elementos climatológicos, porém, sua aplicação acaba sendo restringida para locais onde não há carência de equipamentos para medi-los.

Tabela 1. Desempenho dos métodos de estimativa da ETo diária, segundo índice de desempenho “c”, para Uberlândia – MG.

Métodos	r ¹	d ²	c ³	Desempenho
Priestley-Taylor	0,94	0,92	0,86	Ótimo
Hargreaves-Samani	0,83	0,84	0,70	Bom
Thornthwaite	0,79	0,87	0,68	Bom
Camargo	0,76	0,82	0,63	Mediano
Tanque Classe A	0,37	0,50	0,19	Péssimo

¹: Coeficiente de correlação de Pearson; ²: índice de concordância de Wilmott; ³: índice de desempenho.

Os métodos que estimam a evapotranspiração de referência a partir da temperatura, como os métodos de Thornthwaite e Hargreaves-Samani apresentaram desempenho bom (Tabela 1). Entretanto, para Conceição (2003), os métodos de estimativa de ETo que usam apenas a temperatura do ar como variável climática limitam a representatividade das condições climáticas para efeito de estimativas da evapotranspiração de referência porque conforme as condições de umidade e vento, a demanda hídrica atmosférica será diferente para os mesmos valores de temperatura do ar.

Ao avaliar-se o método de Camargo para estimativas diárias de ETo obteve-se desempenho apenas mediano (Tabela 1). Esses resultados corroboram com os obtidos por Conceição (2003) para as condições climáticas do Baixo Rio Grande, SP (latitude 29°09’S, longitude 51°31’W e altitude de 640m). O coeficiente de determinação (r²) foi de 0,58. Para quaisquer estimativas de ETo verifica-se sempre tendência em superestimá-las.

A classificação como desempenho péssimo do método do Tanque Classe A contraria os resultados obtidos por Carvalho et al. (2006), que obtiveram desempenho ótimo ao comparar os valores de ETo estimados pelo Tanque Classe A e os medidos por lisímetro de pesagem automática para a região de Seropédica-RJ. Oliveira et al. (2008) tiveram desempenho satisfatório com o método do Tanque Classe A para estimativas diária

de ETo para a região de Viçosa, MG.

Vescove e Turco (2005) ao avaliarem métodos de estimativa da ETo para a região de Araraquara-SP verificaram que o método do Tanque Classe A superestimou os valores de ETo calculados pelo método de Penman-Monteith nos períodos de verão-outono e inverno-primavera, comportamentos esses semelhantes aos obtidos nesse trabalho. Mendonça et al. (2003) obtiveram r² igual a 0,43 para ETo diária evidenciando o baixo ajuste desse modelo de regressão para a região Norte Fluminense.

O péssimo desempenho desse método em Uberlândia, MG pode ser atribuído à ocorrência de altas temperaturas aliada a baixa umidade relativa, principalmente no período que antecede o início das chuvas nos meses de setembro e outubro e por altos índices pluviométricos concentrados no verão, respectivamente. Altas temperaturas ocasionam aquecimento da água nas bordas do Tanque Classe A e isso, relacionado com baixa umidade relativa, superestima a evaporação medida diretamente no tanque, enquanto altos índices pluviométricos concentrados nos meses de dezembro a março principalmente, inviabilizam as leituras da evaporação pelo transbordamento da água contida no tanque.

CONCLUSÕES

O método de Priestley-Taylor mostrou-se mais exato e confiável em relação aos demais métodos.

Quando se dispõe apenas de dados de temperatura do ar, pode-se usar o método de Thornthwaite ou Hargreaves-Samani com boa confiabilidade.

Não se recomenda o uso do método do

Tanque Classe A para estimativas diária de ETo em Uberlândia, MG.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Climatologia do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia pelos dados climatológicos fornecidos.

ABSTRACT: Many are the methods to estimate the reference evapotranspiration (ETo) and your knowledge is essentially to plan and to manage irrigation correctly. This present work evaluated some ETo methods under climate conditions of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. The methods tested were: Thornthwaite, Camargo, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor and Class A Pan evaporation. The daily ETo estimated by these methods were correlated with by the standard method (Penman-Monteith FAO-56) through statistical indexes. The method of Priestley-Taylor showed good performance, while Hargreaves-Samani and Thornthwaite were considered as good performance. The Camargo method had regular performance whereas Class A pan showed poor performance. The methods of Thornthwaite and Hargreaves-Samani are alternatives to estimate ETo especially when only the temperature data are available.

KEYWORDS: Climate variables. Empiric equations. Penman-Monteith.

REFERÊNCIAS

- 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).
- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Equação para a estimativa da evapotranspiração potencial baseada no método de Hargreaves – 1974. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 77-81, 1996.
- CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B.; FOLEGATTI, M. V.; COSTA, J. R.; CRUZ, F. A. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica – RJ, utilizando lisímetro de pesagam. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 187-195, 2006.
- 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**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 229-236, 2003.
- 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.
- 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 (ETo) 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.

OLIVEIRA, A. R.; TAGLIAFERRE, C. SEDIYAMA, C. G.; MATERAM, F. J. V.; CECON, P. R. Desempenho do irrigâmetro na estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 166-173, 2008.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas**. Ed. Agropecuária Ltda. 2002. 478p

PEREIRA, D. R.; YANAGE, S. N. M.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; SILVA, L. A. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2488-2493, dez. 2009.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Gestão de água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156 p.

UNESCO. UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. **Water for people, water for life: world water development report**. Paris, 2003. 34 p.

VESCOVE, H. V.; TURCO, J. E. P. Comparação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Araraquara – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 713-721, 2005.

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.