



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.5, n°. 3, p.224-234, 2011
 ISSN 1982-7679 (On-line)
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>
 Protocolo 060 11 08/06/2011 Aprovado em 26/09/11

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA DO AR, EM AQUIDAUANA-MS

Gabriel Queiroz de Oliveira¹, Adriano da Silva Lopes², Leandro Henrique Jung³, Pedro
 Luiz Nagel⁴, Dreyfus Martins Bertoli⁵

¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Aquidauana-MS, Brasil. E-mail: gabrielqo@hotmail.com.

²Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Tutor e Bolsita PET, UEMS, Aquidauana-MS, Brasil. E-mail: lopes@uems.br

³Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, UEMS, Aquidauana-MS, Brasil. E-mail: leandro_jung@yahoo.com.br.

⁴Graduando em Agronomia, UEMS, Aquidauana, Brasil. E-mail: nagelpedro@hotmail.com.

⁵Graduando em Engenharia Florestal, UEMS, Aquidauana-MS, Brasil. E-mail: dreyfus_d3@hotmail.com.

RESUMO: Para verificar a eficiência dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), deve-se comparar com o método-padrão, Penman-Monteith, que necessita de dados de temperatura e umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento. Contudo, os produtores rurais nem sempre dispõem desses dados, preconizando a utilização de métodos mais simples. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o desempenho de algumas equações empíricas de ET_o baseadas na temperatura do ar em relação ao método de Penman-Monteith em Aquidauana-MS. Foram utilizadas variáveis climáticas obtidas por meio da rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia, situado em Aquidauana, entre janeiro de 2009 a dezembro de 2010. Para comparar os valores de ET_o estimados por meio das equações empíricas com os do método padrão, foram considerados os parâmetros da equação de regressão (a e b), o coeficiente de determinação (r²), o índice de concordância (d) e o índice de desempenho (c). Os modelos empíricos avaliados baseados na temperatura do ar foram os métodos Camargo, Hargreaves-Samani, Klarrufa e Linacre. Conclui-se que o melhor método de estimativa da ET_o baseado na temperatura do ar na região de Aquidauana-MS é o Hargreaves-Samani. **PALAVRAS-CHAVE:** Elementos climáticos. Irrigação. Radiação solar. Penman-Monteith.

PERFORMANCE OF METHODS FOR ESTIMATING REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION BASED ON AIR TEMPERATURE IN AQUIDAUANA-MS

ABSTRACT: To verify the effectiveness of methods for estimating reference evapotranspiration (ET_o) is to be compared with the standard method, Penman-Monteith, who needs data on temperature and air humidity, solar radiation and wind speed. However, farmers do not always have such data, recommending the use of

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA DO AR, EM AQUIDAUANA-MS

simpler methods. This study aimed to evaluate the performance of some empirical equations of ETo based on air temperature in relation to Penman-Monteith in Aquidauana-MS. We used climatic variables obtained through the network of stations of the National Meteorological Institute, located in Aquidauana between January 2009 and December 2010. To compare the values of ETo estimated by the empirical equation with the standard method, were considered the parameters of the regression equation (a and b), the coefficient of determination (r^2), the index of agreement (d) and index of performance (c). The empirical models evaluated based on air temperature were the methods Camargo, Hargreaves-Samani, Klarrufa and Linacre. It is concluded that the best method for estimating ETo based on air temperature in the region of Aquidauana-MS is the Hargreaves-Samani. **KEYWORDS:** Climatic elements. Irrigation. Solar radiation. Penman-Monteith.

INTRODUÇÃO

O movimento permanente da água na Terra sob a ação da gravidade e da energia solar, forma o chamado ciclo hidrológico. Os principais componentes deste ciclo são a precipitação, infiltração, escoamento superficial, evaporação e transpiração, os quais, juntos, mais a ação antrópica, se integram dinamicamente por todo o planeta; entretanto, nas últimas décadas o desenvolvimento das atividades agrícolas e industriais tem causado alterações, em termos de quantidade e qualidade no ciclo hidrológico (BORGES; MENDIONDO 2007). A evapotranspiração é o termo mais comum usado para definir a perda de vapor d'água para a atmosfera através de efeito combinado dos processos de evaporação da água das superfícies do solo e da planta e, de transpiração da água pela planta (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997). De acordo com Viana e Azevedo (2003), o aumento da evapotranspiração está relacionado com o acréscimo do saldo de radiação, efeito advectivo, temperatura do ar e velocidade do vento, como também, com o decréscimo da umidade relativa do ar. Segundo Vescove e Turco (2005), para determinar o quanto de água está sendo perdido por evaporação e transpiração, é

necessária a utilização de métodos que permitam estimar estas perdas que serão repostas via água de irrigação, caso as chuvas não sejam suficientes. Conforme Pereira; Villa Nova; Sedyama (1997), os métodos diretos estimam a evapotranspiração diretamente por meio de lisímetros, balanço hídrico e controle de umidade no solo, sendo métodos difíceis e onerosos, pois exigem equipamentos e instalações especiais e os instrumentos são de alto custo, justificando-se apenas em condições experimentais.

Existem vários modelos para se estimar a ETo, os quais utilizam dados meteorológicos e agrônômicos. Dentre eles, se destaca o modelo de Penman-Monteith, por apresentar o melhor desempenho quando aplicado em diversos tipos de clima, sendo por isso recomendado pela FAO como padrão para a estimativa da ETo e calibração de modelos empíricos (ALLEN et al., 1998). Assim, Camargo e Camargo (2000) destacaram que o modelo de Penman-Monteith- FAO, prediz com eficácia a ETo em diversas condições de umidade atmosférica necessitando, entretanto, de vários elementos meteorológicos que nem sempre se encontram disponíveis em algumas regiões. Por isso, é importante, antes de se elege o modelo a ser utilizado para a

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA DO AR, EM AQUIDAUANA-MS

estimativa da ETo, saber quais os elementos climáticos disponíveis e, a partir daí, verificar quais modelos podem ser aplicados, uma vez que a utilização dos diferentes métodos para certo local de interesse fica na dependência dessas variáveis (ARAÚJO; COSTA; SANTOS, 2007). Sendo assim é de grande importância que para os produtores rurais que nem sempre dispõem de dados de radiação solar, utilizar métodos empíricos de estimativa de ETo mais simples e com boa precisão.

Nesse sentido, em pesquisa realizada no Norte Fluminense-RJ, Mendonça et al. (2003) tinham por objetivo comparar os valores de ETo e, verificaram que o método de Hargreaves-Samani, apesar de apresentar, para período de um dia, um valor de coeficiente de determinação considerado baixo (0,49), indicou coeficientes lineares bastante próximos do valor unitário, salientando que este método é simples e de fácil aplicação, por necessitar apenas de dados de temperatura máxima, temperatura mínima e da latitude local.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho dos métodos empíricos de ETo baseados na temperatura do ar: Camargo, Hargreaves-Samani, Klarrufa e Linacre, comparando com o método de Penman-Monteith FAO-56, na região

de Aquidauana-MS para períodos médios de 1, 3, 7 e 15 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com auxílio dos dados meteorológicos obtidos entre o período de 01 de janeiro de 2009 a 31 dezembro de 2010 na rede de estações da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situado em Aquidauana-MS, com coordenadas geográficas 20° 20' Sul, 55° 48' Oeste e altitude média de 155 m. O clima da região é classificado, segundo KÖPPEN, como do tipo Aw, definido como clima tropical quente sub-úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno e precipitação pluviométrica anual média de 1200 mm. Os dados coletados, em períodos diários, foram a temperatura do ar e do ponto de orvalho, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar.

A seguir, são apresentadas as equações que foram utilizadas para o cálculo da evapotranspiração de referência (ETo), para os diferentes métodos de estimativa.

Método de Penman-Monteith FAO-56 (PM): Recomendado pela FAO e considera a resistência estomática de 70 s m⁻¹, a altura da grama fixada em 0,12 m e albedo de 23%, cuja estimativa se dá utilizando a equação 1 (ALLEN et al., 1998):

$$ET_{O(PM)} = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900 U_2}{T + 273} \right) (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (1)$$

Em que,

ET_{O(PM)} - evapotranspiração de referência pelo método PM, mm dia⁻¹;
R_n - saldo de radiação, MJ m⁻² dia⁻¹;
G - fluxo de calor no solo, MJ m⁻² dia⁻¹;
Δ - declinação da curva de saturação do vapor da água, kPa °C⁻¹;

Método de Camargo (CM): Foi

U₂ - velocidade média do vento a 2 m acima da superfície do solo, m s⁻¹;

T - temperatura média do ar, °C;

e_s - pressão de saturação de vapor, kPa;

e_a - pressão atual de vapor, kPa;

γ - constante psicrométrica, kPa °C⁻¹.

desenvolvido apresentando resultados

**DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA
DO AR, EM AQUIDAUANA-MS**

satisfatórios em comparação aos valores medidos em evapotranspirômetros no interior do Estado de São Paulo

$$ET_{O(CM)} = F Ra T \quad (2)$$

Em que,

$ET_{O(CM)}$ - evapotranspiração de referência segundo método CM, mm anual (0,0105);

Ra - radiação solar extraterrestre, mm dia⁻¹;

T - temperatura média do ar, °C. dia⁻¹

F - fator de ajuste que varia com "T"

(CAMARGO; SENTELHAS, 1997) (Equação 2).

Método de Hargreaves-Samani (HS): Foi desenvolvido na Califórnia em condições semiáridas, a partir de dados obtidos em lisímetros com gramado e descrito conforme equação 3 (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997).

$$ET_{O(HS)} = 0,0135 kt Ra (T_{max} - T_{min})^{0,5} (T + 17,8) \quad (3)$$

Em que,

$ET_{O(HS)}$ - evapotranspiração de referência segundo método HS, mm dia⁻¹;

kt - coeficiente empírico, empregado em regiões continentais (0,162);

Ra - radiação extraterrestre, mm dia⁻¹;

T - temperatura média do ar, °C;

Tmax - temperatura máxima do ar, °C;

Tmin - temperatura mínima do ar, °C.

Método Klarrufa (KF): Foi elaborado por Kharrufa (1985) a partir da relação entre ET_{O} e a porcentagem de insolação máxima diária, conforme a equação 4

$$ET_{O(KF)} = 0,34 p T^{1,3} \quad (4)$$

Em que,

$ET_{O(KF)}$ - evapotranspiração de referência segundo o método KF, mm dia⁻¹;

p- porcentagem de insolação máxima diária (N) em relação ao horário de insolação teórico do ano (4380 h);

T- temperatura média do ar, °C.

Método de Linacre (LI): Pode ser obtida em função da altitude, latitude e das temperaturas diárias

$$ET_{O(LI)} = \left\{ \left[500 \left(\frac{T + 0,006z}{100 - \varphi} \right) \right] + 15 \left(\frac{T - T_d}{80 - T} \right) \right\} \quad (5)$$

Em que,

$ET_{O(LI)}$ - evapotranspiração de referência segundo LI, mm dia⁻¹;

φ - latitude local em módulo (graus);

z - altitude local, m;

T - temperatura média do ar, °C;

T_d - temperatura média do ponto de orvalho, °C.

Para a avaliação dos métodos, a análise de desempenho dos modelos foi

máxima, mínima e do ponto de orvalho, por meio da equação 5 (LINACRE, 1977). Essa equação foi desenvolvida usando-se conjuntos de dados da África e da América do Sul. Para as condições brasileiras, esta equação deve ser usada com reservas, pois não existem estudos que substanciem esta proposição (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997).

feita comparando os valores de ET_{O} obtidos pelos métodos empíricos com o método universal padrão Penman-Monteith FAO-56. Foi realizada a análise de correlação e regressão linear para determinação dos coeficientes da equação ($Y = a + bx$) e, determinação do coeficiente de determinação (r^2). Para a exatidão dos modelos empíricos, foi realizada a análise para a

**DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA
DO AR, EM AQUIDAUANA-MS**

determinação do índice de concordância (d) de Willmott et al. (1985), e do índice de desempenho (c), que corresponde à multiplicação do coeficiente de

correlação (r) pelo índice de concordância (d) e interpretados de acordo com a Tabela 1 (CAMARGO; SENTELHAS, 1997).

Tabela 1 - Interpretação do desempenho dos métodos para a estimativa da ETo

Valor do índice de desempenho "c"	Classificação
> 0,85	Ótimo
0,76-0,85	Muito bom
0,66-0,75	Bom
0,61-0,65	Mediano
0,51-0,60	Sofrível
0,41-0,50	Mal
≤ 0,40	Péssimo

A indicação dos métodos de estimativa da ETo para o município de Aquidauana-MS, foram segundo os critérios propostos por Camargo e Sentelhas (1997), estabelecendo prioritariamente e em ordem crescente, para os métodos que apresentaram os maiores índices de desempenho (c), sendo estes superiores a 0,65. Todos os cálculos estatísticos foram realizados com o auxílio do software Microsoft Office Excel[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão as médias mensais da evapotranspiração de referência (ETo) determinadas por meio dos métodos padrão e os métodos empíricos avaliados, no qual verifica-se que os métodos de Penman-Monteith FAO, Camargo, Hargreaves-Samani, Klarrufa, Linacre, obtiveram valores de médias anuais igual a 4,34; 3,82; 4,60; 6,48 e 5,05; mm dia⁻¹, respectivamente.

Tabela 2 - Valores médios mensais de ETo determinada pelos métodos Penman-Monteith (PM), Camargo (CM), Hargreaves-Samani (HS), Klarrufa (KF) e Linacre (LI), em Aquidauana-MS

Mês	PM	CM	HS	KF	LI
mm dia ⁻¹					
Jan	4,96	4,94	5,35	7,63	4,98
Fev	5,18	4,91	5,31	7,77	5,33
Mar	5,00	4,39	5,03	7,30	5,37
Abr	4,29	3,49	4,55	6,34	5,42
Mai	3,15	2,57	3,40	5,09	4,32
Jun	2,73	2,24	3,11	4,72	4,18
Jul	3,04	2,34	3,24	4,79	4,29
Ago	3,65	2,89	4,23	5,35	5,31
Set	4,58	3,75	4,70	6,35	5,67
Out	4,75	4,38	5,31	6,91	5,28
Nov	5,18	4,84	5,58	7,53	5,17
Dez	5,59	5,14	5,44	8,03	5,28
Média	4,34	3,82	4,60	6,48	5,05
PM-MI*	-	-0,52	0,26	2,14	0,71

*PM-MI = diferença de ETo entre o método Penman-Montheith com os métodos empíricos.

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA DO AR, EM AQUIDAUANA-MS

Verifica-se que a menor diferença de ET_o com o método Penman-Monteith foi encontrado com o método Hargreaves-Samani, com variação de $0,26 \text{ mm dia}^{-1}$. Contudo, a maior variação foi encontrado com o método Klarrufa, na ordem de $2,14 \text{ mm dia}^{-1}$. Apenas o método Camargo subestimou o método de Penman-Monteith, com $-0,52 \text{ mm dia}^{-1}$ (Tabela 2).

Encontra-se na Figura 1A, 1B, 1C e 1D, os resultados obtidos na escala

diária no qual, mostraram que o método Camargo, Hargreaves-Samani, Klarrufa e Linacre, obtiveram coeficiente de determinação (r^2) com valor de 0,533; 0,700; 0,551 e 0,495 e índice de desempenho (c) de 0,578; 0,748; 0,389 e 0,527, sendo assim classificado como Sofrível, Bom, Péssimo e Sofrível respectivamente. Dessa forma, entre os métodos avaliados, apenas o método Hargreaves-Samani pode ser utilizado na estimativa diária da ET_o .

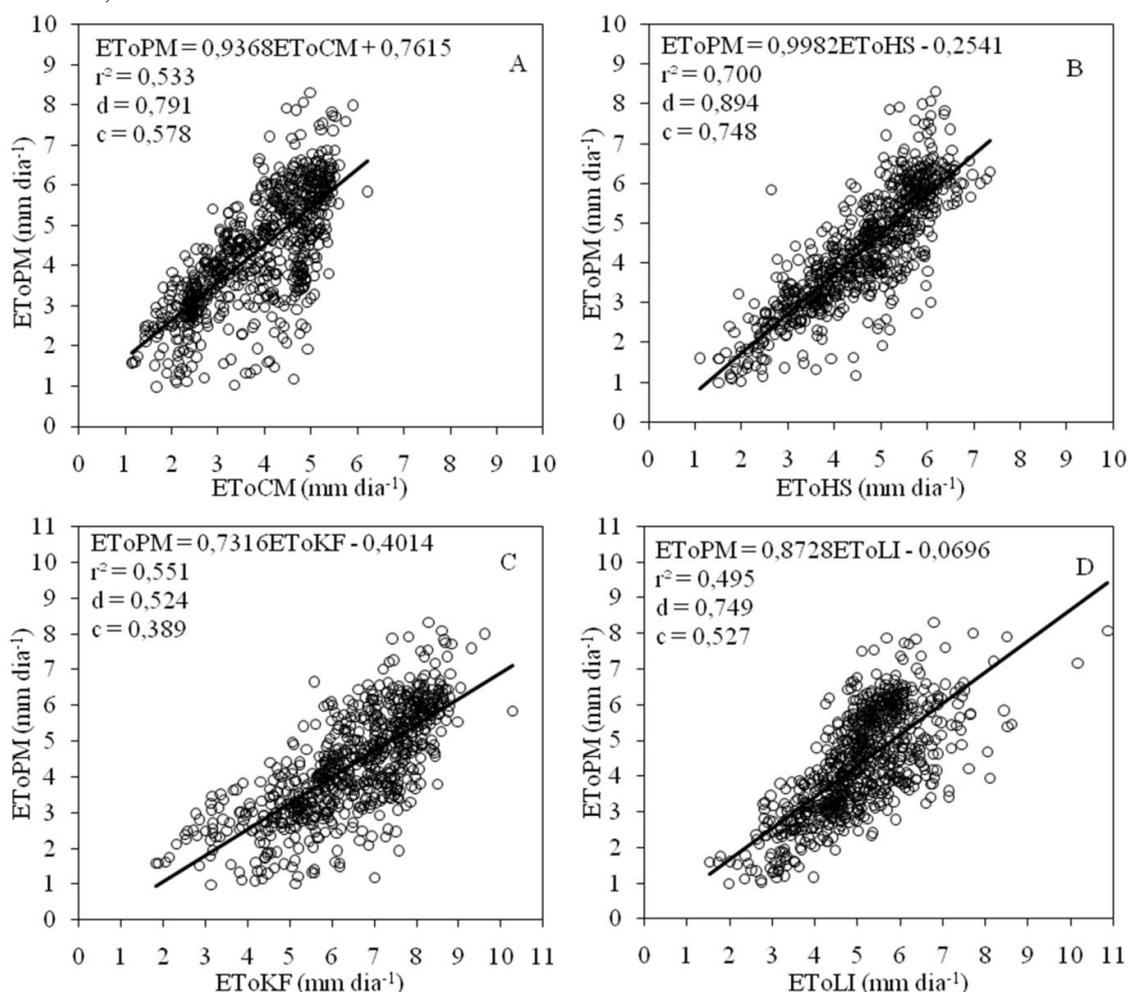


Figura 1 - Coeficiente de determinação (r^2), índice de concordância (d) e desempenho (c) dos métodos Camargo (A), Hargreaves-Samani (B), Klarrufa (C) e Linacre (D) em relação ao método Penman-Monteith (PM), para período de 1 dia em Aquidauana-MS.

Conceição e Mandelli (2005) avaliaram a adequabilidade de métodos que empregam a temperatura do ar e radiação solar como variáveis de entrada comparando-os aos valores diários estimados pelo método padrão-FAO para

a região de Bento Gonçalves-RS e, observaram que os melhores resultados obtidos foram com os métodos que empregam a radiação global incidente como variável. O mesmo foram observado por Pereira et al. (2009) na

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA DO AR, EM AQUIDAUANA-MS

região da Serra da Mantiqueira, no qual destacaram que os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência que empregam radiação solar apresentam melhor desempenho que os métodos que utilizam apenas a temperatura do ar.

Em trabalho com comparação de métodos de estimativa de ETo no município de Juazeiro-BA, Oliveira et al. (2010) observaram que o método Hargreaves-Samani, apresentou o melhor desempenho, com “c” = 0,67 e, Guedes Filho et al. (2011) estudando a correlação de métodos de ETo no município de Areia-PB, verificaram que o método Hargreaves-Samani mostrou coeficiente de determinação de 95% quando correlacionado com o método padrão.

Em trabalho realizado por Reis et al. (2007), no período da seca, encontraram índice de desempenho Péssimo, Mal e Mediano para o método Hargreaves-Samani na região Norte, Sul e Serrana do Estado de Espírito Santo.

Na análise dos resultados obtidos na escala de três dias (Figura 2), o melhor métodos foi o Hargreaves-Samani (c = 0,843), seguido de Camargo (c = 0,694). Portanto, esses métodos podem ser utilizados na estimativa da ETo para condições climáticas de Aquidauana-MS. O método Klarrufa e Linacre apresentaram classificação de Mal (c = 0,423) e Péssimo (c = 0,380) respectivamente (Figura 2C e 2D).

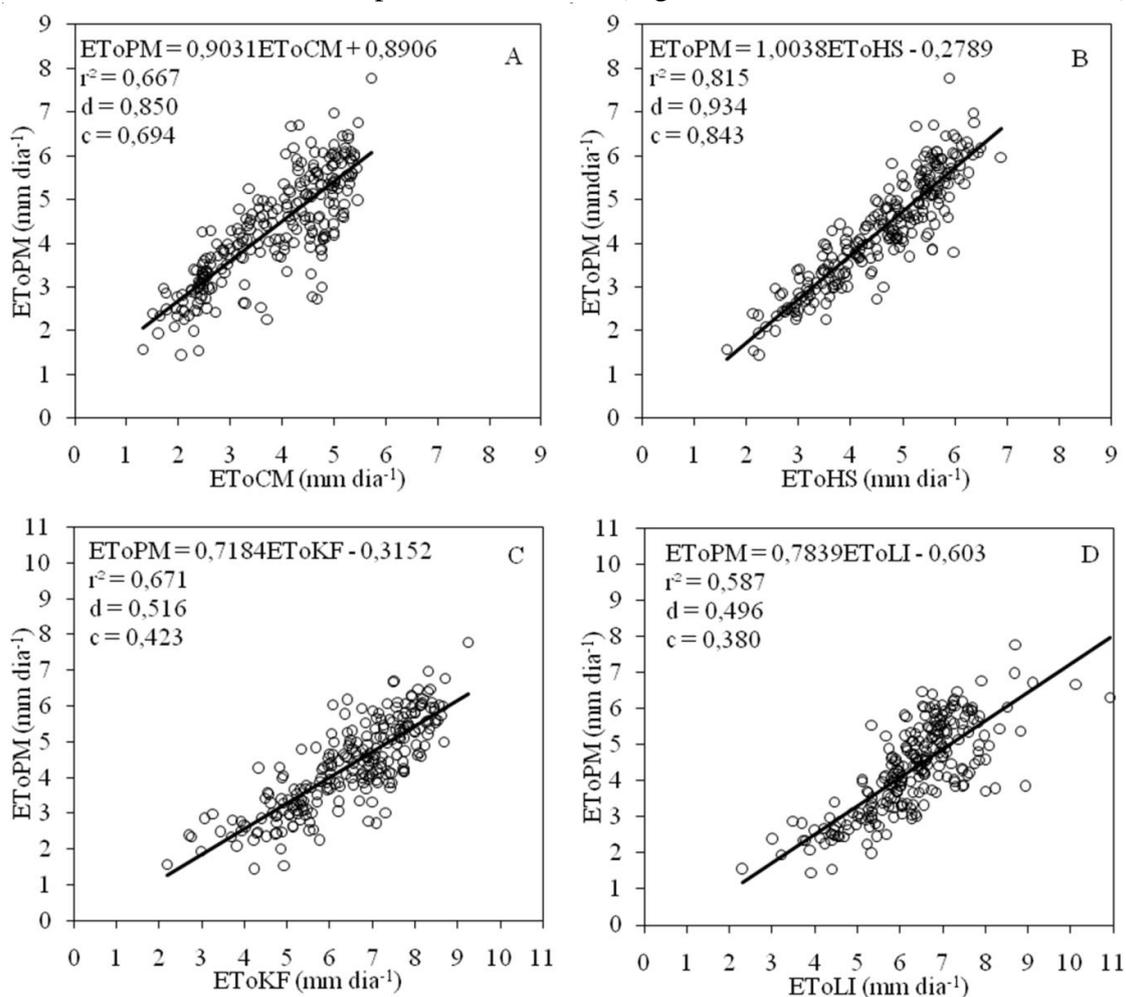


Figura 2 - Coeficiente de determinação (r^2), índice de concordância (d) e desempenho (c) dos métodos Camargo (A), Hargreaves-Samani (B), Klarrufa (C) e Linacre (D) em relação ao método Penman-Montheith (PM), para período de 3 dias em Aquidauana-MS.

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA DO AR, EM AQUIDAUANA-MS

Verificam-se, na Figura 3, os resultados obtidos na escala de sete dias, nos quais os métodos Camargo e Hargreaves-Samani (Figura 3A e 3B) apresentaram índice de desempenho “c” (0,742 e 0,873 respectivamente), classificados como Bom e Ótimo.

Observa-se, também, que os métodos Klarrufa e Linacre obtiveram classificação de Mal e Péssimo (Figura 3C e 3D), classificação no qual foi igual à ETo na escala de 3 dias.

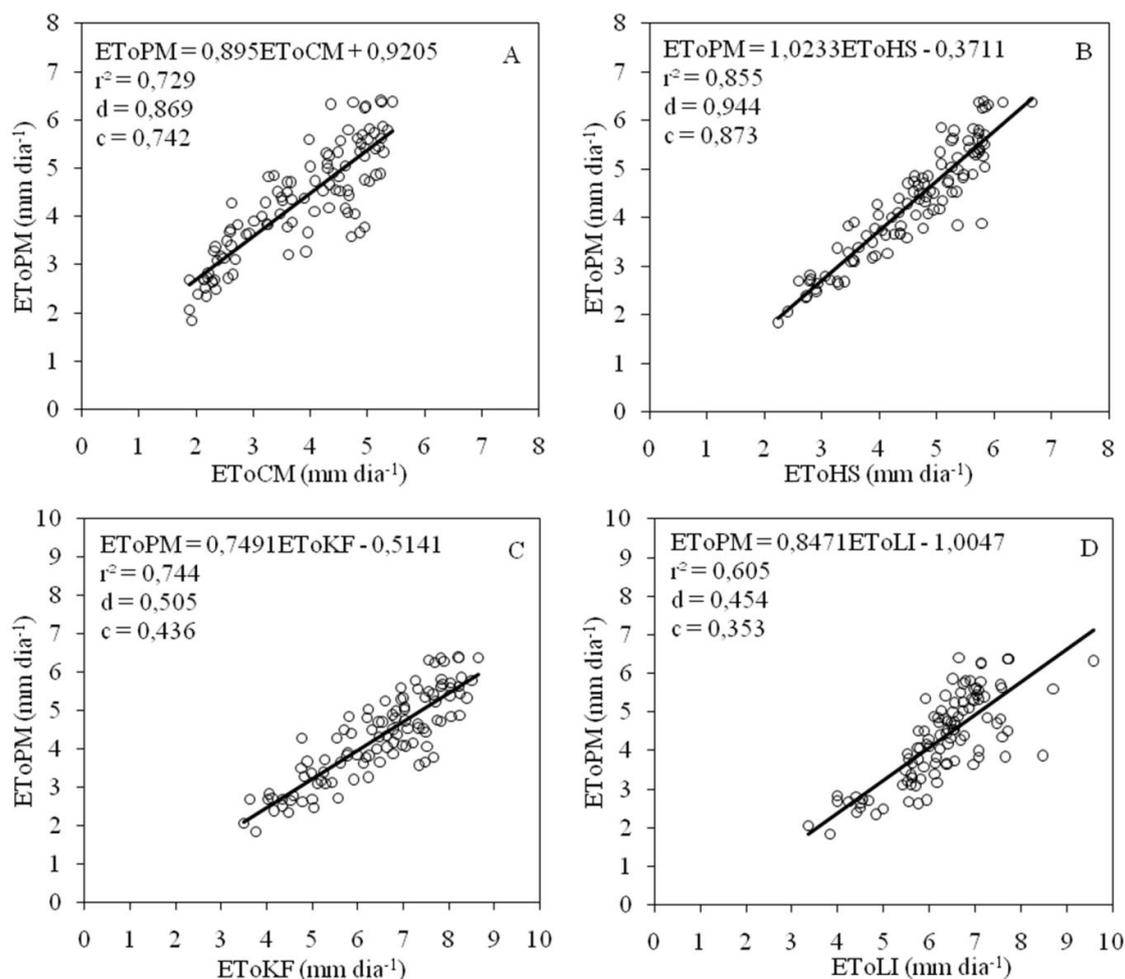


Figura 3 - Coeficiente de determinação (r^2), índice de concordância (d) e desempenho (c) dos métodos Camargo (A), Hargreaves-Samani (B), Klarrufa (C) e Linacre (D) em relação ao método Penman-Montheith (PM), para período de 7 dias em Aquidauana-MS.

Os resultados obtidos na escala de 15 dias, nos quais os métodos Hargreaves-Samani (Figura 4B) e Camargo (Figura 4A) apresentaram

altos índices de desempenho, ambos classificados como Ótimo ($c = 0,913$) e Muito bom ($c = 0,808$).

**DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA
DO AR, EM AQUIDAUANA-MS**

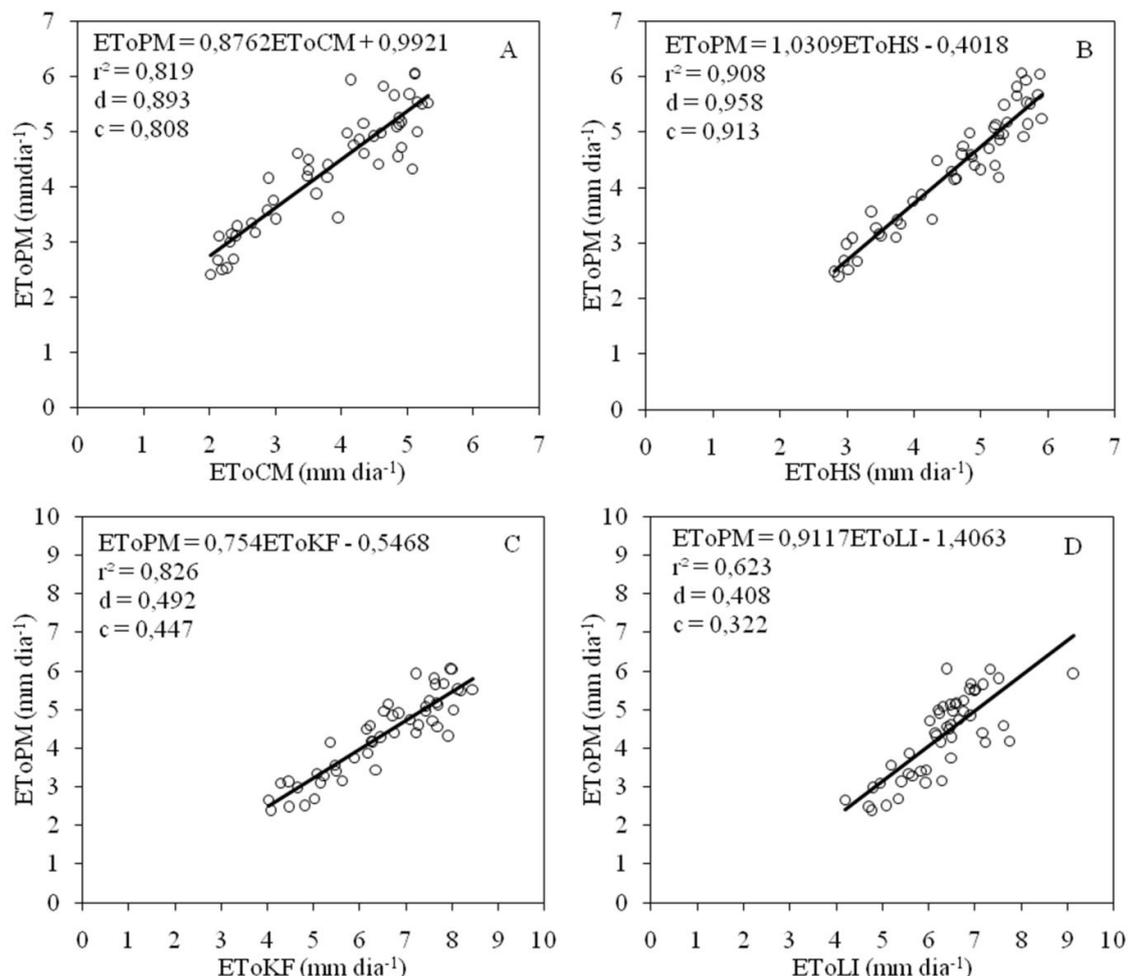


Figura 4 - Coeficiente de determinação (r^2), índice de concordância (d) e desempenho (c) dos métodos Camargo (A), Hargreaves-Samani (B), Klarrufa (C) e Linacre (D) em relação ao método Penman-Montheith (PM), para período de 15 dias em Aquidauana-MS.

Quanto ao índice de concordância (d), observou-se que o método Hargreaves-Samani apresentou os maiores valores em todos os períodos avaliados (Figura 1B, 2B, 3B e 4B).

Diante desses resultados, verificou-se que o método Camargo, apresentou acentuada melhora do índice de desempenho, com o aumento das escalas de dias, saindo de uma classificação de Suficiente para estimativa diária da ETo, a Muito bom na escala de 15 dias. Isso pode ser explicado pelo fato de o método Camargo, apesar de não utilizar elementos de radiação solar e líquida como fonte de variação na equação, utiliza temperaturas médias mensais e radiação extraterrestre, por

isso há tendência de aumentar o índice de desempenho com o aumento da escala de dias, sendo recomendado seu uso para a região local do presente trabalho para períodos de 3, 7 e 15 dias. Essa explicação é reforçada devido ao método de Camargo ter sido desenvolvido com base no método de Thornthwaite, que é recomendado seu uso para ETo mensal (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997).

Ambos os métodos Hargreaves-Samani e Camargo têm como base na equação a radiação extraterrestre, o que pode ter contribuído para o melhor desempenho neste trabalho em relação ao método de Klarrufa e Linacre. Observou-se também que o método de

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA DO AR, EM AQUIDAUANA-MS

Hargreaves-Samani apresentou bons resultados como estimativa da ETo em Aquidauana-MS, sendo importante destacar que esse método utiliza somente dados de temperatura máxima e mínima e latitude local (que tem relação com a radiação extraterrestre, que varia em função dos dias), podendo ser facilmente utilizado por qualquer irrigante que não disponibiliza de dados de radiação solar e líquida na região de Aquidauana-MS.

CONCLUSÕES

Entre os métodos de evapotranspiração de referência (ETo) baseados na temperatura do ar avaliados neste trabalho, destaca-se o método Hargreaves-Samani, que apresenta índice de desempenho satisfatório para a estimativa de ETo em Aquidauana-MS para período de 1, 3, 7 e 15 dias.

O método Camargo pode ser utilizado para estimar a ETo para período médio de 3, 7 e 15 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Rome: FAO, 1998. 301 p..

ARAÚJO, W. F.; COSTA, S. A. A.; SANTOS, A. E. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) para Boa Vista, RR. **Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 84-88, 2007.

BORGES, A.C.; MENDIONDO, E. M. Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 293-300, 2007.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 125-137, 2000.

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**, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

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

GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COSTA FILHO, J. F.; FRANCISCO, P. R. M.; CAMPOS, V. B. Estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Areia, Paraíba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 5, n. 1, p.37-47, 2011.

KHARRUFA, N. S. Simplified equation for evapotranspiration in arid regions. **Beiträge zur Hydrologie**, v. 5, n. 1, p. 39-47, 1985.

LINACRE, E. T. A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone. **Agricultural Meteorology**, v. 18, p. 409-424, 1977.

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**

**DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA BASEADAS NA TEMPERATURA
DO AR, EM AQUIDAUANA-MS**

- Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 275-279, 2003.
- OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; BISPO, R. C.; SANTOS, I. M. S.; ALMEIDA, A. C. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência na região Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 2, p.104–109, 2010.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- PEREIRA, D. R.; YANAGI, 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**, v. 39, n. 9, 2009.
- REIS, E. F.; BRAGANÇA, R.; GARCIA, G. O.; PEZZOPANE, J. E. M.; TAGLIAFERRE, C. Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades do Estado do Espírito Santo no período seco. **Idesia**, v. 25, n. 3, p. 75-84, 2007.
- VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. **Meteorologia e climatologia agrícolas**.(nota de aula) Fortaleza: UFC. 2003. 196 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**, v. 25, n. 3, p. 713-721, 2005.