



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.4, n.2, p.87–92, 2010
 ISSN 1982-7679 (On-line)
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br/rbai>
 Protocolo 110 - W – 05/04/2010 Aprovado em 11/06/2010

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE MOSSORÓ-RN

Edmilson Gomes Cavalcante Junior¹, Bruno Marçal de Almeida¹, Alexsandra D. de Oliveira², José Espínola Sobrinho², Eliakim Martins de Araújo³, Ramon Yogo M. Vieira⁴

¹ Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFERSA, Mossoró, RN. e-mail: ediguatu@yahoo.com.br

² Prof.(a) Dr (a), Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

³ Discente do Curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem do IFET Campos Iguatu - CE.

⁴ Bolsista de iniciação Científica, UFERSA, Mossoró, RN.

RESUMO

O Objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de seis métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), utilizando o método Penman-Montheith FAO 56 como padrão, com o intuito de obter um método que utilize uma menor quantidade de elementos meteorológicos e maior praticidade quando comparado com o método padrão, para ser utilizado no manejo de irrigação na região de Mossoró, RN. Os dados utilizados no estudo foram oriundos da estação convencional pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró-RN. Mesmo com alguns métodos apresentando algumas divergências em relação ao método padrão nos meses de maior demanda hídrica, todos os métodos avaliados obtiveram elevado índice de desempenho “c”, podendo assim representar de forma satisfatória a ET_o na região. Quando não se dispuser de dados suficientes para estimativa da ET_o recomenda-se o uso do método de Hargreaves & Samani 1985, que mesmo não sendo o melhor classificado segundo o índice de desempenho o método apresenta maior praticidade, pois requer somente dados de temperatura do ar.

Palavras-chave: manejo de irrigação, métodos de estimativa, Penmna-Montheith FAO 56

ABSTRACT:

ESTIMATION OF EVAPOTRANSPIRATION OF REFERENCE FOR MOSSORÓ, RN,

BRAZIL

The objective of this work was to evaluate the performance of six methods for estimating reference crop evapotranspiration (ET_o), using Penman-Montheith FAO 56 method as standard, in order to obtain a method that, compared to standard method, uses a lower amount of meteorological parameters and allows a more practical use for irrigation management in the region of Mossoró, RN, Brazil. Data used in this study were obtained from the conventional

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE MOSSORÓ-RN

meteorological station situated at Semi-arid Federal Rural University, at Mossoró. Some methods diverged from the standard method in the months of higher water demand, however all the methods evaluated obtained high performance index “c” and may be used to represent adequately mean monthly ETo in the region. In case of insufficient data availability for ETo estimation the method Hargreaves-Samani 1985 may be used, although its performance was not the better, because it is of more practical use, requiring only air temperature data.

Key words: irrigation management, estimating methods, Penman-Monteith FAO 56

INTRODUÇÃO

A determinação do consumo hídrico, por meio da estimativa da evapotranspiração, é de fundamental importância para o correto manejo da irrigação (SILVA & FOLEGATTI, 2001). A evapotranspiração pode ser obtida de diferentes maneiras: de forma indireta, a partir de fórmulas teóricas ou empíricas que utilizam dados do solo e dados meteorológicos; ou de forma direta, por meio de lisímetros e do balanço hídrico do solo.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) no seu boletim número 56, vários são os métodos empíricos criados, por vários cientistas e pesquisadores, para determinação da evapotranspiração de referência (ETo) utilizando diferentes elementos climáticos. Mas tais métodos somente estimam de forma satisfatória a evapotranspiração nas condições de clima onde são desenvolvidos, e quando utilizados em condições diferentes podem proporcionar grandes erros e gerar grandes perdas nas produções ou desperdício de recursos hídricos. Jensen et al. (1990) citam que o uso de um modelo para estimativa da evapotranspiração em uma determinada região pressupõe sua validade para cada localidade, sendo de fundamental importância fazer uma comparação e uma calibração dos diferentes modelos para cada localidade onde se deseja utilizá-los, levando em consideração as condições locais.

De acordo com Medeiros (2002), diversos trabalhos científicos têm mostrado que o

desempenho do método de Penman-Monteith – FAO 56 na estimativa da ETo é satisfatório, quando comparado com medidas lisimétricas. No entanto, muitas vezes nem todos os elementos meteorológicos necessários para o uso desse modelo são disponíveis. Nessa situação, outros métodos que necessitem de um número menor de elementos meteorológicos podem ser usados (FIETZ, 2005).

Assim sendo, o trabalho teve por objetivo avaliar e calibrar diferentes métodos empíricos de estimativa da ETo , em escala mensal, usando o método Penman-Monteith – FAO 56, como método padrão, na região de Mossoró-RN.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados no estudo foram oriundos da estação convencional pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido, de Mossoró-RN, cujas coordenadas geográficas são as seguintes: latitude $5^{\circ} 12' 48''$ S, longitude $37^{\circ} 18' 44''$ W. Grw. e altitude de 37 m. Segundo Carmo Filho et al. (1991), a região dispõe de um clima semiárido muito quente com apenas duas estações climáticas bem definidas, sendo uma seca, que se prolonga quase sempre por sete a oito meses, e outra chuvosa que muito raramente ultrapassa cinco meses.

Foram utilizados dados diários de temperaturas máxima e mínima, umidade relativa, velocidade do vento, evaporação do tanque classe A e insolação, compreendidos entre janeiro de 2002 a

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE MOSSORÓ-RN

junho de 2008. O cálculo da ETo foi realizado por meio do programa REF-ET versão 2.01.17, desenvolvido por Allen (2000). Os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência avaliados foram: Kimberly-Penman 1972 (Kpen 1972), Penman 1948 (Pen 1948), FAO24-Radiação (FAO 24 Rd), FAO24-Blanney-Cliddle (FAO 24 BC), FAO24-Tanque Classe A (TCA) e Hargreaves & Samani 1985 (Harg 1985). O método Penman-Montheith FAO 56 foi considerado padrão, para avaliação dos demais métodos.

Para a análise comparativa entre o método padrão e os avaliados, foram utilizados os seguintes índices estatísticos de comparação sugeridos Camargo & Sentelhas (1997): índice de precisão “r”, exatidão “d” (índice de Willmott) e de confiança ou desempenho “c”. Os valores de ETo foram ajustados pela equações de regressão linear tendo como variáveis

dependentes os valores de ETo (PM FAO 56) e como variável independente, os valores de ETo estimados pelos métodos avaliados (PM = A + B ETo método). A partir desta análise, foram determinados o erro padrão de estimativa do método (EPE) e o erro-padrão de estimativa ajustado pela regressão (EPEA) conforme Jensen et al. (1990).

$$EPE = \left[\frac{\sum (Y - Y_m)^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (1)$$

$$EPEA = \left[\frac{\sum (Y_i - Y_m)^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (2)$$

sendo:

Y a evapotranspiração estimada pelo método avaliado (mm.dia⁻¹); Y_m a evapotranspiração estimada pelo método PM FAO 56 (mm.dia⁻¹); Y_i a evapotranspiração estimada pelo método após ser corrigida pela regressão (mm.dia⁻¹); e n o número total de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 representa a variação da ETo média mensal dos modelos avaliados para a região de Mossoró-RN, onde se observa um comportamento semelhante entre os modelos na estimativa da ETo ao

longo do ano. Também se observa que os métodos Kpen 1972 e TCA tenderam a superestimar o método padrão para os meses de maior demanda evapotranspirométrica, comportamento contrário ao método de Harg 1985 que tendeu a subestimar no referido período.

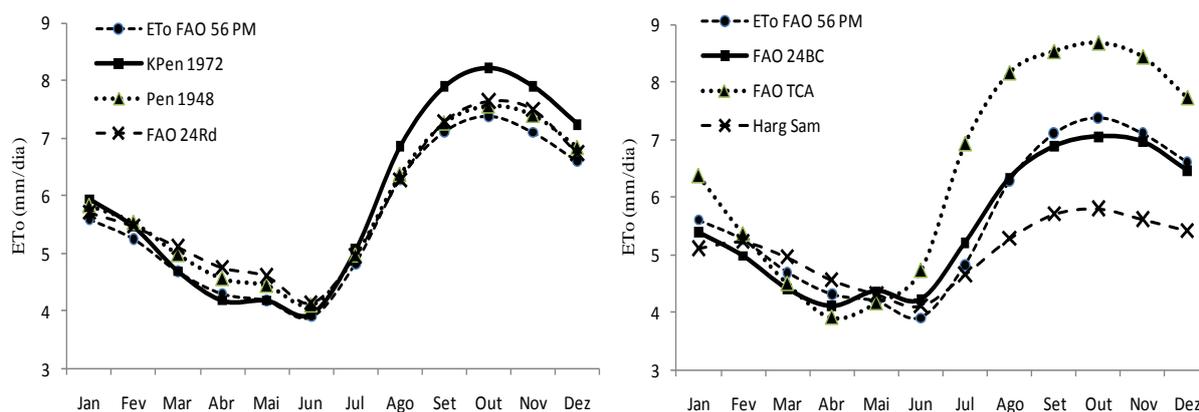


Figura 1. Média da evapotranspiração de referência mensal estimada por diferentes métodos em Mossoro-RN

Observando a Tabela 1, verifica-se que o EPE, para os diferentes modelos avaliados, apresentou uma variação de 0,23 a 1,36 mm.d⁻¹, com o menor valor para Pen 1948 e o maior valor para o TCA. Após os ajustes sugeridos por meio da regressão linear obteve-se uma redução significativa nos valores EPE, principalmente para os métodos Kpen 1972, Harg 1985 e TCA. A Figura 2 mostra graficamente as correlações entres os métodos avaliados e as equações de regressão sugeridas para o ajuste dos métodos.

De acordo com os resultados da Tabela 1 pode-se verificar que todas as equações analisadas apresentaram elevados índices de desempenho. Resultado semelhante foi obtido por Araujo et al. (2007), que avaliando métodos de estimativa da ETo,

relatam que os métodos FAO 24 BC e TCA atendem satisfatoriamente a estimativa da ETo mensal, na região de Boa Vista-RR. Oliveira et al. (2008), analisando diferentes métodos tendo com referência medidas lisimétricas, também verificaram um bom ajuste dos métodos FAO 24 Rd e Pen 1948, na bacia experimental do riacho Gameleira, PE. Um dos motivos que pode ter levado a obtenção de resultados satisfatórios em todos os métodos avaliados, foi à elevada escala de tempo adotada no estudo, pois segundo Santos et al. (1994) com o aumento do intervalo de estimativa observa-se uma diminuição nos erros padrões de estimativa e um aumento nos coeficientes de determinação.

Tabela 1. Índice de desempenho (c), erro padrão de estimativa (EPE) e erro-padrão de estimativa ajustado pela regressão (EPEA) para os dados de ETo mensal calculados por diferentes métodos.

Equações	%	r	d	C	Classificação	EPE (mm.d ⁻¹)	EPEA (mm.d ⁻¹)
Pen 1948	103,8	0.998	0.992	0.99	Ótimo	0,23	0,09
FAO 24 Rd	104,6	0.988	0.984	0.97	Ótimo	0,33	0,20
FAO 24 BC	98,6	0.982	0.989	0.97	Ótimo	0,27	0,25
Kpen 1972	106,1	0.998	0.971	0.97	Ótimo	0,50	0,08
FAO TCA	114,4	0.883	0.839	0.74	Bom	1,36	0,61
Harg 1985	91,1	0.934	0.776	0.73	Bom	0,92	0,46

CONCLUSÃO

Todos os métodos avaliados atenderam satisfatoriamente à estimativa da ETo mensal na região de Mossoró-RN, com destaque para Kimberly-Penman 1972, Penman 1948, FAO24-Radiação e FAO24-Blaney-Cliddle. Quando não se dispuser de dados suficientes para estimativa da ETo por um dos métodos anteriormente citados, recomenda-se o uso do método de Hargreaves & Samani 1985, visto que, apresenta maior praticidade, pois requer somente dados de temperatura do ar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G. REF-ET: reference evapotranspiration calculator, Version 2.1. Idaho: Idaho University, 2000. 82p.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requeriments**. Rome: FAO, 1998. 310p. (Irrigation and drainage Paper, 56).

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE MOSSORÓ-RN

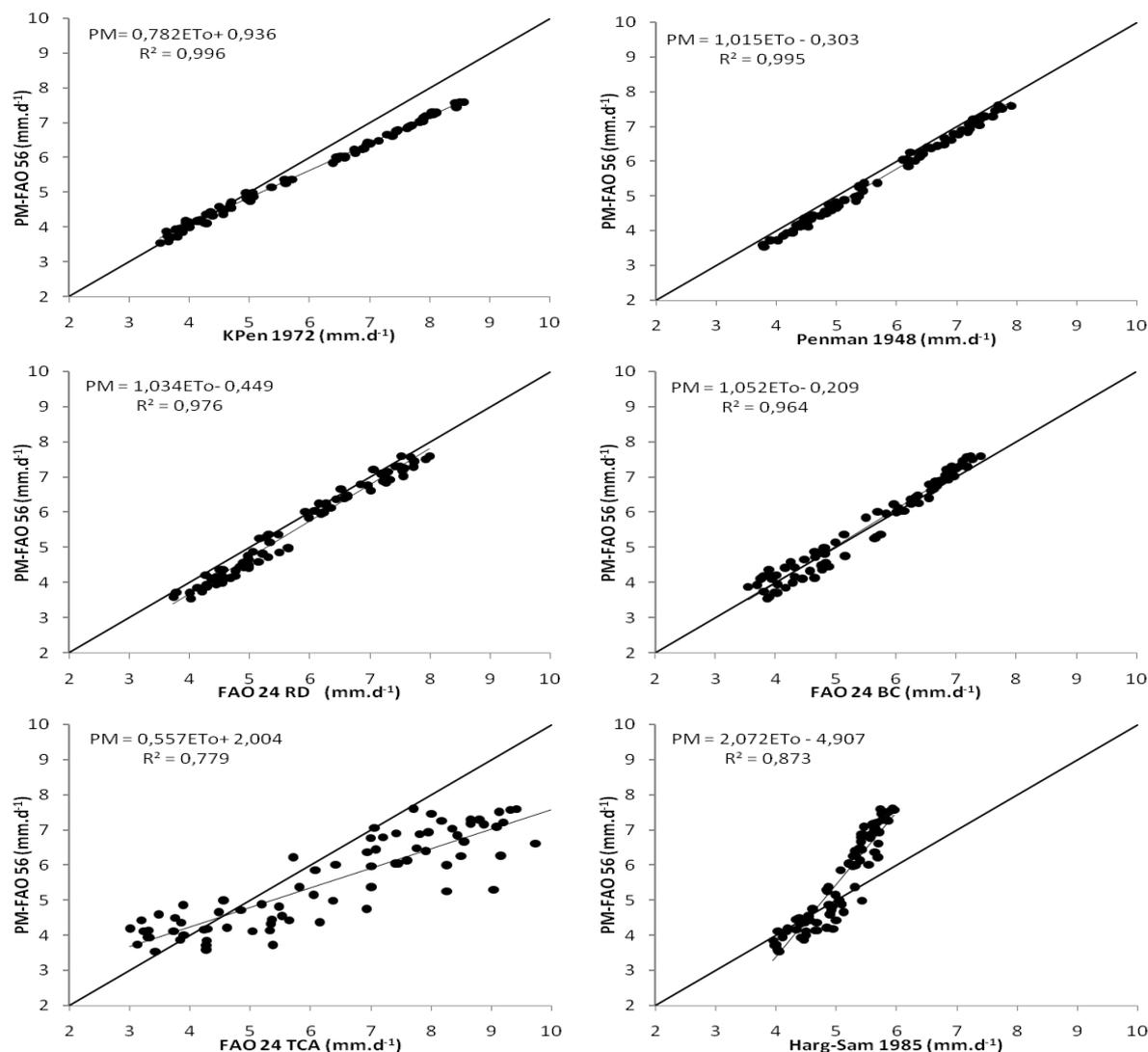


Figura 2. Análise de regressão entre os valores de ETo mensal estimada por diferentes métodos e o método Penman FAO-56

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

CAMARGO, A.P.; SENTELHA, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de

Rua. Bras. Agric. Irrigada v.4, n.2, p.87-92 2010

São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1. p.89-97, 1997.

FIETZ, C. R.; SILVA, F. C.; URCHÉI, M. A. Estimativa da evapotranspiração de referência diária para a região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 250-255, 2005.

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE MOSSORÓ-RN

JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: ASCE, 1990. 332p.

MEDEIROS, A. T. **Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Piraipaba, CE**. 2002. 97f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, L. M. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; AZEVEDO, J. R. G. de; SANTOS, F. X. dos. Evapotranspiração de referência na bacia experimental do riacho Gameleira, PE, utilizando lisímetros e métodos indiretos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 3, n. 1, p. 58-67, 2008.

SANTOS, A. O.; BERGAMASCHI, H.; CUNHA, G. R. Avaliação de métodos para a estimativa da evapotranspiração máxima da Alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 37-42, 1994.

SILVA, L.D.B.; FOLEGATTI, M.V. Determinação da evapotranspiração do capim Tanzânia, utilizando um sistema automático de razão de Bowen e um lisímetro de pesagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Anais...** v.2, p.923.

CAMARGO FILHO, F. do; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1988 a dezembro de 1990)**. Mossoró, ESAM, v. 4, 1991. 470f.