

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

Vicente de Paulo Rodrigues da Silva¹, Adelgicio Farias Belo Filho¹, Bernardo Barbosa da Silva¹, João Hugo Baracuy da Cunha Campos¹

ABSTRACT - The main objective of this study was evaluate the efficiency of several methods to estimate the reference evapotranspiration. The methods used were: Penman-Monteith (FAO/56), Hargreaves, Jensen-Haise, Linacre, Makkink, Priestley & Taylor, Tanque "Classe A", and Thornthwaite. The efficiency of these methods was evaluated with climatological data of the climatological station at Petrolina, PE. Mean monthly and daily data (March to August 2002) of maximum and minimum air temperature, relative humidity, insolation, wind velocity, Class A pan evaporation, and solar radiation were used. The results show that in the absence of insolation and wind velocity data the Penman-Monteith method can be substituted with reasonable precision by Hargreaves' method.

INTRODUÇÃO

O conhecimento do consumo hídrico das culturas, obtido com base na estimativa da evapotranspiração, constitui-se numa informação preciosa no manejo dos recursos hídricos de uma região, principalmente no momento que ocorre forte conscientização popular da necessidade de racionar o uso de água em várias atividades, inclusive o uso doméstico. Nas literaturas especializadas, encontram-se disponibilizadas diversas metodologias que propiciam a estimativa do consumo hídrico de culturas, entretanto sua utilização é bastante limitada com propósitos práticos face à ausência de técnicas apropriadas que viabilizem a estimativa da evapotranspiração, de forma simples e confiável, de acordo com a disponibilidade dos parâmetros relacionados com a planta, solo e atmosfera.

O planejamento e o manejo de recursos hídricos geralmente desconsideram que a evapotranspiração pode ser maior que a precipitação e o escoamento superficial em algumas épocas do ano. Dentre os mais diversos métodos para se estimar a evapotranspiração, a escolha do método está condicionado a precisão dos dados climáticos medidos durante alguns anos (Doorenbos e Pruitt, 1977). As variáveis hídricas do solo, características da planta, profundidade efetiva das raízes e fatores atmosféricos são elementos essenciais no planejamento da irrigação, bem como a estimativa da evapotranspiração.

Diversos autores têm comparado diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência com o objetivo de encontrar aquele que melhor se ajusta a determinadas condições climáticas e disponibilidade de dados (Chiew et al., 1995; Michalopoulou & Papaioannou, 1991; Jensen et al., 1997; Sentelhas, 1998; Silva et al., 2001). Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a eficiência de diversos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, bem como avaliar as suas performances em comparação com o método de Penman-Monteith.

MATERIAL E MÉTODOS

No cálculo da evapotranspiração de referência foi utilizado o programa computacional **SISTEMA DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO – SEVAP**. Esse programa foi desenvolvido em linguagem computacional *Delphi* e em ambiente *Windows*. Ele pode ser instalado e operado em microcomputadores *Pentium*, com no mínimo 150 MHz e 32 MB RAM, em ambientes Win 95, ou superior, e Win NT. Ele encontra-se disponível para download grátis no site <http://www.dca.ufcg.edu.br>. A evapotranspiração foi calculada com base nos seguintes métodos de estimativa: Penman-Monteith (FAO/56), Hargreaves, Jensen-Haise, Linacre, Makkink, Priestley & Taylor, Tanque "Classe A" e Thornthwaite.

O modelo SEVAP foi utilizado para a estimativa da evapotranspiração de referência com base nos dados climatológicos do ano de 2002 da estação climatológica de Petrolina, PE (latitude: 9°9', longitude: 40°22' e altitude: 365,5 m). Na estimativa da evapotranspiração foram utilizados os dados médios mensais do ano de 2002 e os valores diários dos meses de março e agosto, desse mesmo ano, das seguintes variáveis climatológicas: temperaturas máxima e mínima do ar, umidade relativa, insolação, velocidade do vento, evaporação do Tanque "Classe A" e radiação global.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 exhibe os coeficientes de determinação entre os valores da evapotranspiração calculada pelo método de Penman-Monteith e demais métodos utilizados no estudo. Nessa comparação, utilizou-se o método de Penman-Monteith como padrão, conforme estabelecido pela FAO, para a estimativa da evapotranspiração de referência. O método do Tanque "Classe A" foi o que apresentou maior coeficiente de determinação (0,87) na base mensal; entretanto, com dados diários esses coeficientes foram reduzidos drasticamente chegando ao valor de 0,10 no mês de agosto.

Em geral, os valores obtidos na base mensal se ajuntam muito bem com os outros métodos, exceto com os de Linacre e de Thornthwaite. Apenas o método de Hargreaves apresentou coeficiente de determinação entre os seus valores de evapotranspiração com os Penman-Monteith satisfatórios nos períodos diários e mensais. Sugerindo-se, assim, que, na ausência de dados insolação e velocidade do vento, a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith pode ser substituída com razoável precisão pelo método de Hargreaves. Por outro lado, os métodos de Linacre e de Thornthwaite não oferecem estimativas confiáveis da evapotranspiração, em razão dos baixos coeficientes de determinação com o método padrão da FAO.

¹ Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande. CEP 58 109 970, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande, PB, Brasil. (vicente@dca.ufcg.edu.br).

Tabela 1. Coeficientes de determinação entre os valores da evapotranspiração calculada pelo método de Penman-Monteith e demais métodos utilizados no estudo.

Período/ Método	Ano	Março	Agosto
Hargreaves	0,77	0,66	0,62
Jensen- Haise	0,81	0,65	0,39
Linacre	0,05	0,05	0,03
Makkink	0,72	0,58	0,32
Priestley- Taylor	0,77	0,91	0,42
Tanque	0,87	0,36	0,10
Classe A			
Thornthwaite	0,18	-	-

Nesse estudo não é analisado o relacionamento da evapotranspiração diária obtida pelos métodos de Thornthwaite e de Penman-Monteith, que, certamente, apresentaria coeficiente de determinação ainda menor do que 0,18, como foi na base mensal. Os baixos coeficientes de determinações obtidos com o método de Linacre são atribuídos ao fato que foi assumido a temperatura do ponto de orvalho igual à temperatura mínima, em razão da ausência dessa informação. Apesar disso, essa aproximação pode ser aplicada no caso em análise, porque em regiões áridas e semi-áridas o ar atmosférico se condensa à temperatura mínima, entretanto, qualquer conclusão acerca da eficiência desse método não é conclusiva.

As médias e os desvios-padrão das séries temporais anual e dos meses de março e agosto de 2002 dos valores da evapotranspiração, em Petrolina, PE, calculadas pelos métodos de Penman-Monteith, Hargreaves, Jensen - Haise, Linacre, Makkink, Priestley - Taylor, Tanque "Classe A" e Thornthwaite são apresentados na Tabela 2. Mais uma vez fica evidenciada ineficiência dos métodos de Linacre e de Thornthwaite no cálculo da evapotranspiração. Observa-se, que os métodos apresentam médias semelhantes, em todos os períodos analisados, exceto os de Linacre e de Thornthwaite que exibem valores médios de evapotranspiração muito baixos, de 1,8 e de 3,28 mm/dia, respectivamente.

Os resultados aqui apresentados permitem concluir que na ausência de dados insolação e velocidade do vento, a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith pode ser substituída com razoável precisão pelo método de Hargreaves. Os métodos de Linacre e de Thornthwaite não apresentam resultados satisfatórios na estimativa da evapotranspiração de referência em escala diária.

Tabela 2. Média e desvio-padrão (entre parênteses) das séries temporais anuais e dos meses de março e agosto de 2002 dos valores da evapotranspiração calculada pelos métodos utilizados no estudo.

Período/ Método	Ano	Março	Agosto
Penman- Monteith	5,08 (0,86)	4,99 (0,87)	5,27 (0,53)
Hargreaves	5,30 (0,75)	5,63 (0,45)	4,98 (0,48)
Jensen- Haise	4,83 (0,76)	4,81 (0,89)	4,58 (0,82)
Linacre	1,80 (0,12)	1,83 (0,22)	1,63 (0,23)
Makkink	5,03 (0,73)	4,93 (0,86)	4,88 (0,81)
Priestley- Taylor	4,74 (0,90)	4,99 (0,94)	4,52 (0,63)
Tanque	5,26	5,21	5,98
Classe A	(1,33)	(1,22)	(0,92)
Thornthwaite	3,28 (0,78)	-	-

REFERÊNCIAS

- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Roma: FAO, 1977, 198p. (Irrigation & Drainage paper 24).
- Chiew, F.H.S.; Kamaladasa, N.N.; Malano, H.M.; *et al.* Penman-Monteith, FAO-24 reference crop evapotranspiration and class-A pan data in Australia. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 9-21, 1995.
- Michalopoulou, H.; Papaioannou, G. Reference crop evapotranspiration over Greece. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 20, p. 209-221, 1991.
- Jensen, D.T.; Hargreaves, G.H.; B. Temesgen, B.; *et al.* Computation of ET₀ under nonideal conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v. 123, n.5, p. 394-399, 1997.
- Sentelhas, P.C. Evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998, 95p. Tese Doutorado.
- Silva, V. P. R.; Dantas, R. T.; Campos, J. H. B. C.; Guedes, M. J. F. Estimativa da evapotranspiração de referência pelos métodos de Penman-Monteith - FAO/56, Hargreaves e Tanque Classe A em períodos diários e mensais. In: XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e III Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, Fortaleza - CE, Santa Maria - RS. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001, v. 2, n. 2, p. 467-468.