

# ESTIMATIVAS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA REGIÃO DE PETROLINA, PE

Vicente de Paulo RODRIGUES DA SILVA<sup>1</sup>, Pedro Vieira de AZEVEDO<sup>2</sup>, Antônio Heriberto de CASTRO TEIXEIRA<sup>3</sup>, Renilson Targino DANTAS<sup>4</sup>

## RESUMO

Médias diárias de temperaturas máxima e mínima, umidade relativa, velocidade do vento e insolação real da estação climatológica de Bebedouro, Petrolina, Pe, correspondentes ao período de 1990 a 1998, foram utilizadas na determinação da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) pelo método de Penman-Monteith, segundo metodologia apresentada por Allen et al. (1994). Os resultados obtidos indicam que o período de maior demanda evapotranspiratória situa-se entre os meses de agosto e outubro e o de menor demanda entre os meses de janeiro e abril, atingindo o máximo e mínimo de 6,89 mm/dia e 3,24mm/dia, respectivamente. Nos demais períodos do ano a evapotranspiração de referência mantém-se em torno de 5,22 mm/dia.

**Palavras-chave:** saldo de radiação, fluxo de radiação.

## INTRODUÇÃO

As Nações Unidas e a FAO (Food and Agriculture Organization) adotaram por mais de uma década o conceito e a forma de cálculo da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) proposta por Doorenbos e Pruitt (1977). Allen et al. (1989), compararam estimativas de ET<sub>0</sub> obtidas pelos métodos de Penman, Kimberly-Penman, Penman corrigido e Penman-Monteith com medições lisimétricas e observaram que o modelo de Penman-Monteith foi o que mais se ajustou às medições diárias e mensais. Concluíram que a alfafa se ajusta melhor do que a grama como cultura referência para estimativa de ET<sub>0</sub>, haja vista que a altura e rugosidade da mesma se aproximam mais da maioria das culturas agrícolas.

A calibração da equação de Penman provocou vários problemas na definição da cultura de referência. Alguns pesquisadores têm argumentado que as variedades de gramas e suas características morfológicas não são padronizadas para diferentes condições climáticas e a alfafa

<sup>1</sup>M.Sc., Doutorando, Professor, Departamento de Ciências Atmosféricas, DCA/CCT/UFPB, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande, Pb, CEP: 58 109 970, e-mail: vicente@dca.ufpb.br.

<sup>2</sup> PhD., Professor, Departamento de Ciências Atmosféricas, Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Pesquisador, EMBRAPA Semi-Árido, Caixa Postal 23, CEP: 56 500 000, Petrolina, Pe.

<sup>4</sup> Dr., Professor, Departamento de Ciências Atmosféricas, DCA/CCT/UFPB.



apresenta problema de variedade e manejo (Allen et al., 1994). Reconhecendo a necessidade de padronizar um único método para representar e definir a  $ET_0$ , segundo Allen et al. (1994), em 1990 a FAO e a ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) reuniram uma comissão de especialistas para redefinir o conceito e apresentar uma nova metodologia de cálculo da evapotranspiração de referência. Como resultado das discussões, foi introduzido na formulação anterior os valores de  $70 \text{ sm}^{-1}$ , 23% e 12 cm para resistência estomática, albedo e altura da grama, respectivamente. Determinaram a grama como cultura de referência e o método de Penman-Monteith como o mais adequado para determinar  $ET_0$ . Essa cultura foi escolhida porque suas características são melhores definidas, são facilmente adaptadas e disponível para validação de novos modelos (Allen et al., 1994).

Chiew et al. (1995), determinaram  $ET_0$  para 16 estações climatológicas da Austrália utilizando os métodos de Doorenbos & Pruitt (1977) e Penman-Monteith. Observaram que o método de Doorenbos & Pruitt (1977) sobrestima em 20-40% a  $ET_0$  obtida pelo método de Penman-Monteith. Por outro lado, a  $ET_0$  obtida com base no Balanço de Energia baseado na Razão de Bowen subestima os valores obtidos pelo método de Penman-Monteith (Ortega-Farias et al., 1995). Michalopoulou & Papaioannou (1998) determinaram  $ET_0$  para 31 localidades da Grécia com base nos métodos de Penman, Priestley-Taylor e Thornthwaite. Verificaram que para estimativas mensais, os modelos de Priestley-Taylor e de Thornthwaite sempre subestimam os valores previstos pelo método de Penman-Monteith.

No manejo de água em áreas irrigadas, a  $ET_0$  constitui-se num parâmetro indispensável na determinação do consumo hídrico das culturas. No entanto, na maioria das vezes esse parâmetro não é facilmente acessível; por isso é bastante comum a utilização da evaporação do Tanque Classe "A", que pode não representar satisfatoriamente as condições edafoclimáticas do local. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva estimar, com base em dados climatológicos e na nova forma de cálculo proposta pela comissão de especialistas da FAO (Allen et al., 1994), a  $ET_0$  média diária para a região de Petrolina, Pe, e identificar os períodos de maior e menor demanda evapotranspiratória da região.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os totais médios diários, correspondentes ao período de 1990 a 1998, de temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar, velocidade do vento e número de horas de brilho solar, coletados na estação climatológica de Bebedouro, Petrolina, Pe, (latitude:  $09^{\circ}09'S$ ; longitude:  $40^{\circ}24'W$  e altitude de 365,5 metros).



A evapotranspiração de referência diária foi obtida pelo modelo de Penman-Monteith, considerando a resistência estomática de 70s/m e a altura da grama fixada em 0,12m, através da equação (Allen et al., 1994):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1+0,34U_2)} \quad (1)$$

em que  $ET_0$  é a evapotranspiração de referência (mm/dia),  $R_n$  e  $G$  são as densidade de fluxos de saldo de radiação e de calor no solo ( $MJm^{-2}dia^{-1}$ ), respectivamente,  $T$  a temperatura média do ar ( $^{\circ}C$ ),  $\gamma$  constante psicrométrica ( $KPa \ ^{\circ}C^{-1}$ ),  $\Delta$  é a declinação da curva de saturação do vapor da água ( $KPa \ ^{\circ}C^{-1}$ ),  $U_2$  a velocidade do vento (média diária) a 2 metros acima da superfície e  $e_a$  e  $e_d$  representam, respectivamente, a pressão de saturação e real do vapor d'água.

O saldo de radiação ( $R_n$ ) foi determinado pela soma dos saldos de radiação de ondas curtas ( $R_{nc}$ ) e de ondas longas ( $R_{nl}$ ), obtidos respectivamente por (Allen et al., 1994):

$$R_{nc} = [0,77(0,25 + 0,50 n/N)]R_a \quad (2)$$

em que  $n$  a insolação observada e  $N$  é a insolação máxima teórica, dada por:

$$N = 7,64W_s \quad (3)$$

e  $R_a$  ( $MJm^{-2}dia^{-1}$ ) é a radiação que chegaria à superfície da Terra na ausência da atmosfera, obtida pela equação:

$$R_a = 37,6d(W_s \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \sin W_s) \quad (4)$$

em que  $\varphi$  é a latitude (graus) e  $W_s$  (radianos) obtido por:

$$W_s = \arcsin(-\tan\varphi \tan\delta) \quad (5)$$

$d$  é a excentricidade da Terra, obtida em função do dia do ano (DDA), ou seja:

$$d = 1 + 0,033\cos(0,0172DDA) \quad (6)$$

e  $\delta$  a declinação do sol obtida também em função do DDA

$$\delta = 23,7^{\circ} \sin\left[\frac{360}{365}(284+J)\right] \quad (7)$$

O saldo de radiação de ondas longas ( $R_{nl}$ ) foi obtido pela equação:

$$R_{nl} = -2,45 \times 10^{-9} \left(0,9 \frac{n}{N} + 0,1\right) (0,34 - 0,14 \sqrt{e_d}) (T_x^4 + T_m^4) \quad (8)$$

em que  $T_x$  é a temperatura máxima diária ( $^{\circ}K$ ),  $T_m$  é a temperatura mínima diária ( $^{\circ}K$ ) e  $e_d$  a pressão de vapor (KPa),

O fluxo de calor no solo ( $G$ ) para períodos de 24 horas é aproximadamente nulo e pode ser



desprezado. Entretanto, para períodos curtos, como de uma hora ou menos, G torna-se significativo e não deve ser desconsiderado (Allen et al.,1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento estacional da evapotranspiração de referência diária para a estação experimental de Bebedouro, Petrolina, Pe, é exibido na Fig. 1, na qual foram plotadas as médias para períodos de cinco dias (pêntadas). A média de  $ET_0$ , no período anual foi de 5,22 mm e o desvio padrão de 0,74mm e o maior e menor valor observado no período foram, respectivamente, 6,89mm/dia e 3,24mm/dia. Observa-se que para o período de 1<sup>o</sup> de janeiro (DDA = 1) a 30 de abril (DDA = 120), a evapotranspiração de referência manteve-se abaixo da média anual. Enquanto que, entre 1 de maio (DDA = 121) e 13 de agosto (DDA = 225), a  $ET_0$  variou em torno da média, com uma leve tendência em manter-se abaixo da mesma. A partir dessa data manteve-se acima da média até 21 de novembro (DDA = 325), atingindo o valor máximo do período  $ET_0 = 5,22\text{mm/dia}$ . A partir do DDA = 325 até o último dia do ano (DDA = 365), a  $ET_0$  variou em torno da média, com uma leve tendência de manter-se acima da mesma durante o período.

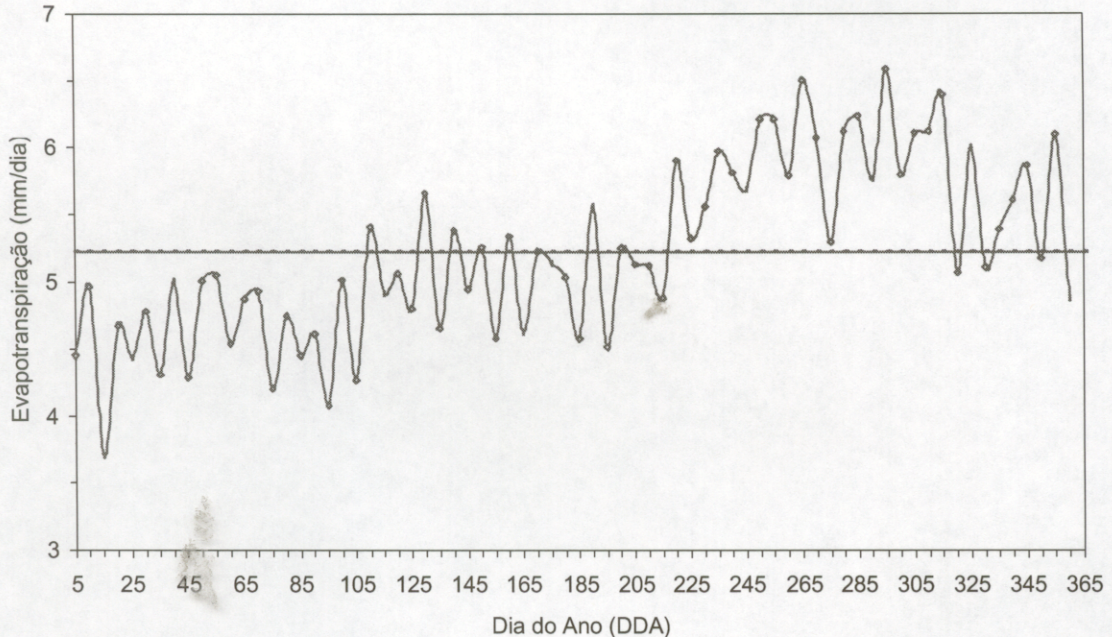


Figura 1. Evolução da evapotranspiração de referência média diária na estação de Bebedouro, Petrolina, Pe, obtida através do método de Penman-Monteith modificado por Allen et al. (1994).

A variação interanual de  $ET_0$  observada na Fig. 1 é associada às oscilações dos



parâmetros climatológicos. O período de maior demanda evapotranspiratória na região de Petrolina, Pe, tem uma duração de 100 dias, do DDA = 225 ao DDA = 325, e o de menor demanda é de 125 dias, do DDA = 1 ao DDA = 125. O período de maior demanda é caracterizado por valores elevados de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e insolação real e ausência de chuva e o período de menor demanda ocorre dentro do período chuvoso da região. A menor taxa de evapotranspiração de referência ocorreu em 17 de janeiro (DDA = 17), com  $E_{To} = 3,24\text{mm/dia}$ , e a maior em 13 de novembro (DDA = 317), com  $6,89\text{mm/dia}$ .

## CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

1. A evapotranspiração de referência diária na região de Petrolina, Pe, atinge um valor máximo de  $6,70\text{mm/dia}$  e mínimo de  $3,24\text{mm/dia}$  em meados de novembro e janeiro, respectivamente, e um valor médio ao longo do ano de  $5,2\text{mm/dia}$
2. O período de maior demanda evapotranspiratória na região de Petrolina, Pe é aproximadamente 100 dias (do DDA = 225 ao DDA = 325) Esse período é caracterizado por altas taxas de temperaturas, umidade relativa do ar, velocidade do vento e insolação real e ausência de chuva. O período de menor demanda é de 125 dias, do DDA = 1 ao DDA = 125, o qual ocorre dentro do período chuvoso da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; SMITH, M.; PEREIRA, L.S.; PERRIER, A. An update for the calculation of reference evapotranspiration. ICID BULLETIN, vol. 43, n.2, 1994.
- ALLEN, R.G.; JENSEN, M.E.; WRIGHT, J.L.; BURMAN, R.D. Operational estimates of reference evapotranspiration. Agron.J. 81:650-662, 1989
- CHIEW, F.H.S.; KAMALADASA, N.N.; MALANO, H.M.; MCMAHON, T.A. Penman-Monteith, FAO-24 reference crop evapotranspiration and class-A pan data in Australia. Agricultural Water Management, v. 28, p. 9-21, 1995.



DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrig. Drain. Pap. 24, Food and Agric. Organization of the United Nations, Rome, Italy, 198 pp, 1977.

MICHALOPOULOU, H.; PAPAIOANNOU, G. Reference crop evapotranspiration over Greece. Agricultural Water Management, v. 20, p. 209-221, 1991.

ORTEGA-FARIAS, S.O.; CUENCA, R.H.; ENGLISH, M. Hourly grass evapotranspiration in modified maritime environment. Journal of irrigation and drainage engineering, p.369-373, 1995.