

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA UTILIZANDO DADOS DE ESTAÇÃO METEOROLÓGICA CONVENCIONAL E AUTOMÁTICA¹

Alexsandra Duarte de OLIVEIRA² e Clovis Alberto VOLPE³

INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação requer o conhecimento da transferência de água, na forma de vapor, da superfície vegetada para a atmosfera, essa transferência pode ser determinada através da evapotranspiração de referência. Segundo TANNER (1967) a escolha pelo método de estimativa da evapotranspiração varia, conforme sua aplicação, atendendo as necessidades de precisão e duração dos períodos de cálculo. Uma pesquisa de recursos hídricos exige estimativas anuais ou, no máximo, mensais, mas em projetos de irrigação, são requeridos períodos mais curtos (diários a 10 dias), sendo necessário a adoção de um método preciso para aquela condição. Muitos trabalhos, como os de CAMARGO & SENTELHAS (1997), MACHADO & MATOS (2000), entre outros, avaliaram o desempenho de diferentes métodos de estimativa de ETo em diferentes regiões, variando segundo a condição climática do local e a forma de obtenção dos dados, o que segundo PEREIRA et al. (1996) dificulta a recomendação de apenas um determinado método.

Para isto, existem diversos métodos recomendados para a estimativa da evapotranspiração de referência, que proporcionam valores de estimativas diferentes, sendo essa diferença dependente também do local e da estação do ano. Hoje, além de dados meteorológicos obtidos em estação meteorológica convencional, em alguns locais também encontram-se disponíveis dados de estação meteorológica automática.

Em vista do exposto, este trabalho tem como objetivo comparar as estimativas da ETo pelos métodos de Penman e Penman-Monteith (FAO), em períodos seco e úmido, utilizando dados de estações meteorológicas convencionais e automáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados obtidos durante o período de cinco anos (julho/1997 a junho/2002) na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas, da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. (latitude: 21°15'S, longitude: 48°18'W e altitude: 595 m).

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos em estações meteorológicas convencionais (EMC) e automáticas (EMA): pressão atmosférica (EMA e EMC), temperaturas máxima, mínima e média do ar (EMA e EMC), velocidade média do vento a 2m de altura (EMA) e a 10 m (EMC), umidade relativa do ar (EMA e EMC), insolação (EMC), evaporação (EMC) e radiação solar global (EMA). Os dados da Estação Automática foram coletados e armazenados por um Datalogger (Campbell Scientific, modelo 21X) com registros de leitura a cada segundo e médias a cada 10 minutos. A Estação Convencional está em operação há 30 anos e executa as observações meteorológicas de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Foram utilizados dados diários de evapotranspiração de referência, para as duas estações (EMC e EMA). Para a estimativa da ETo pelo método de

Penman-Monteith utilizou-se a expressão, apresentada por ALLEN et al. (1998):

$$E_{To} = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

onde,

- ETo = evapotranspiração de referência [mm d⁻¹];
- Rn = saldo de radiação à superfície [MJ m⁻² d⁻¹];
- G = fluxo de calor no solo [MJ m⁻² d⁻¹];
- T = temperatura média do ar [°C];
- U₂ = velocidade do vento a 2m de altura [m s⁻¹];
- (e_s-e_a) = déficit de pressão de saturação de vapor [kPa];
- e_s = pressão de saturação de vapor [kPa];
- e_a = pressão atual de vapor [kPa];
- Δ = declividade da curva de pressão de saturação de vapor [kPa °C⁻¹];
- γ = coeficiente psicrométrico [kPa °C⁻¹] e
- 900 = fator de conversão [kJ⁻¹ kg K].

Para a estimativa da ETo pelo método de Penman, utilizou-se a seguinte equação (PEREIRA et al., 1997):

$$E_{To} = W (Rn - G)/\lambda + (1-W) 86400\rho C_p(\Delta e/\gamma \lambda r_a) \quad (2)$$

em que:

- ETo = evapotranspiração de referência [mm d⁻¹];
- W = s/(s + γ) é um fator de ponderação entre temperatura e coeficiente psicrométrico (VISWANADHAM et al., 1991):

$$W = 0,407 + 0,0145T \quad \text{para } 0^\circ\text{C} < T < 16^\circ\text{C} \quad (3)$$

$$W = 0,483 + 0,01T \quad \text{para } 16,1^\circ\text{C} < T < 32^\circ\text{C} \quad (4)$$

em que: Rn = saldo de radiação à superfície [MJ m⁻² d⁻¹], obtido segundo metodologia descrita no ALLEN et al. (1998); G = fluxo de calor no solo, considerado igual a zero, [MJ m⁻² d⁻¹]; λ é o calor latente de evaporação [2,45 MJ kg⁻¹]; ρ é a massa específica do ar [1,26 kg m⁻³]; c_p é o calor específico do ar [0,001013 MJ kg⁻¹ °C⁻¹]; γ é o coeficiente psicrométrico [kPa °C⁻¹]; Δe é o déficit de pressão de vapor (e_s - e_a), em kPa; e r_a é a resistência aerodinâmica, em s m⁻¹.

A análise dos resultados foi realizada no pacote estatístico SAS (1990), para o período diário, utilizando-se análise de regressão e considerando o modelo linear y = a + bx.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontram-se os resultados das análises de regressão entre os dados de ETo estimados diariamente, pelos métodos de Penman e Penman-Monteith, nos períodos úmido (outubro-março) e seco (abril-setembro). Verifica-se que houve boa concordância, com o coeficiente linear da reta (a) variando de -0,0103 a 0,2742 e o coeficiente angular (b) de 1,1767 e 1,1428, para os períodos úmido e seco, respectivamente, na EMA, e para a

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor, financiada pela UNESP e pela Capes

² Aluna de Doutorado na Produção Vegetal/UNESP-Jaboticabal/SP, aduarte@fcav.unesp.br

³ Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas/UNESP-Jaboticabal/SP, cavolpe@fcav.unesp.br

EMC, a variou de 0,0963 a 0,2876 e b variou de 1,1592 a 1,1319, para os períodos úmido e seco. O coeficiente de determinação foi superior a 0,97 em todas as condições apresentadas.

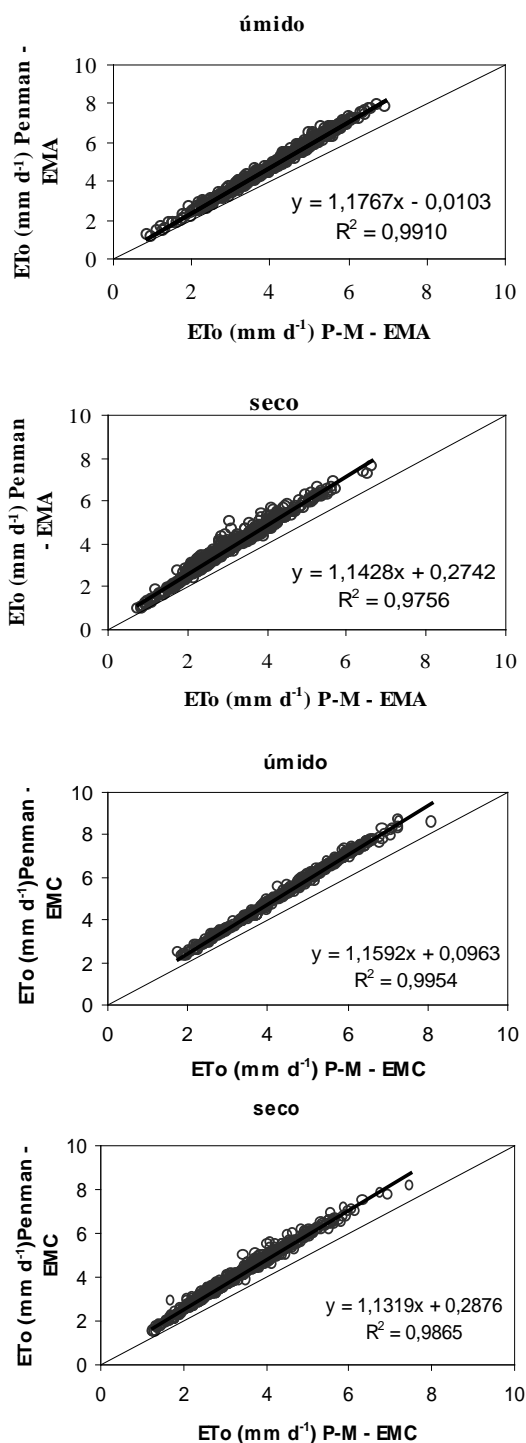


Figura 1. Relação entre as estimativas de ETo diária pelo método de Penman e Penman-Monteith (P-M), em mm d^{-1} , para os períodos úmido e seco, a partir de dados coletados da EMA e EMC, de julho de 1997 a junho de 2002, em Jaboticabal, SP.

Quando se comparam as estimativas de ETo pelos métodos de Penman e Penman-Monteith, com dados de EMC, independentemente do período (seco ou úmido), não se observa boa concordância entre os métodos, embora a estimativa de um a partir do outro tenha uma boa precisão.

Os valores estimados pelo método de Penman excederam os valores estimados pelo método de Penman-Monteith. O mesmo ocorreu quando se utilizaram dados da EMA. Isto indica que se deve ter cautela quando se deseja substituir o método de Penman pelo método de Penman-Monteith na estimativa da ETo, independentemente da época do ano e da fonte de dados, EMC ou EMA.

Os valores obtidos pelo método de Penman, para todos os períodos, foram de 17,4 a 21% superiores aos resultados do método de Penman-Monteith, valores estes próximos aos estimados e medidos por JENSEN et al. (1990) que obteve uma faixa de 15 a 20%, para regiões consideradas úmidas.

CONCLUSÕES

Não houve uma tendência de superioridade nas estimativas da ETo, para os métodos de Penman e Penman-Monteith, independente do período analisado e da fonte de dados utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D., et al. **Crop evapotranspiration**. Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 299p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.
- JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. **Evapotranspirations and irrigation water requirements**. New York: ASCE, 1990. 332p.
- 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.
- PEREIRA, A.R.; MANIERO, M.A.; VILLA NOVA, N.A.; et al. Penman's wind function for a tropical humid climate. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.69-75, 1996.
- PEREIRA, A.R.; MANIERO, M.A.; VILLA NOVA, N.A.; et al. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba:FEALQ, 1997. 183p.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. 5.ed. Cary, 1990. v.1, 956p.
- TANNER, C.B. Measurement of evapotranspiration. In: HAGAN, R. M.; HAISE, H. R.; EDMINSTER, T. W., eds, **Irrigation of agricultural lands**. Madison, 1967. p.320-29.
- VISWANADHAM, Y.; SILVA FILHO, V.P.; ANDRÉ, R.G.B. The Priestley-Taylor parameters for the Amazon Forest. **Forest Ecology Management**, v.38, p.211-225, 1991.