

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

Alexsandra Duarte de OLIVEIRA² e Clovis Alberto VOLPE³

INTRODUÇÃO

A determinação da necessidade de água pela cultura, ou a sua evapotranspiração, torna-se ferramenta básica para planejar o manejo da irrigação, mantendo a água prontamente disponível às plantas e evitando assim danos consideráveis, por meio de sub ou super-irrigações que promovem produções sub-ótimas. 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. Em projetos de irrigação, são requeridos períodos 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.

O método de Penman tem apresentado para as condições de São Paulo, uma superestimativa da ordem de 20% na escala mensal (CAMARGO & SENTELHAS, 1997). Dentre, os fatores responsáveis por essa tendência, são citados a função de velocidade do vento, o cálculo do déficit de saturação (PEREIRA et al., 1996) e a ausência da resistência da cultura (SEDIYAMA, 1996).

O método de Penman-Monteith, estruturado em consistentes conceitos físicos e de fácil entendimento, e que utiliza informações climatológicas padronizadas, tem seu uso prático limitado aos cultivos, em razão da dificuldade em se obter valores confiáveis para as resistências aerodinâmicas e do dossel. É um dos métodos que permite calcular a evapotranspiração real de uma cultura, bastando, para isso, medir a relação das resistências no dossel (BEM-ASHER et al., 1989).

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. 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, da estação do ano e da fonte de dados. Por isso, este trabalho teve por objetivo estimar a ETo pelos métodos de Penman e Penman-Monteith (FAO), em períodos seco e úmido, utilizando dados de estações meteorológicas convencional e automática

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 convencional (EMC) e automática (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.

Foram utilizados médias diárias para estimativa da ETo pelo método de Penman-Monteith, onde utilizou-se a expressão, apresentada por ALLEN et al. (1998):

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

onde,

- E_{To} = evapotranspiração de referência [mm d⁻¹];
- R_n = 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];
- (es-ea) = déficit de pressão de saturação de vapor [kPa];
- es = pressão de saturação de vapor [kPa];
- ea = 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):

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

onde, E_{To} = evapotranspiração de referência [mm d⁻¹];

W = s/(s + γ) é um fator de ponderação entre temperatura e coeficiente psicrométrico (VISWANADHAM et al., 1991):

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

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

onde, R_n = saldo de radiação à superfície [MJ m⁻² d⁻¹], obtido segundo 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 (es - ea), em kPa; e ra é a resistência aerodinâmica, em s m⁻¹.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas da ETo diárias, por Penman e Penman-Monteith, utilizando-se dados diários de diferentes estações (EMA e EMC) são apresentadas na Figura 1.

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

Utilizou-se para obtenção do saldo de radiação, o procedimento adotado por ALLEN et al. (1998). Observa-se que todas as estimativas apresentaram boa concordância (a e b) e exatidão, com R^2 superior a 0,99.

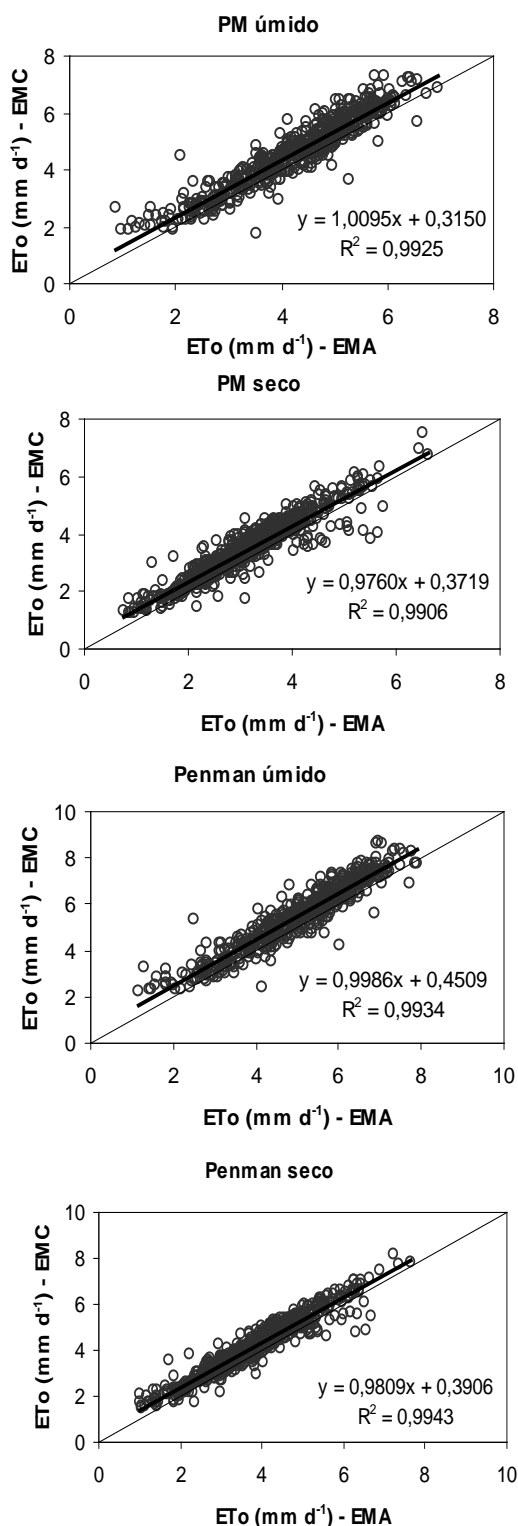


Figura 1. Relação entre as estimativas de ETo diária pelo método de Penman-Monteith (P-M) e Penman, em mm d^{-1} , para os períodos úmido e seco, a partir de dados coletados da EMA e EMC de julho de 1997 a junho de 2002, em Jaboticabal, SP.

Quando se comparam as estimativas da ETo pelo método de P-M utilizando-se dados da EMC e EMA, observa-se boa precisão e exatidão, tanto para o período seco como para o úmido. O mesmo se observa quando se comparam as estimativas da ETo pelo método de Penman. Isto sugere que, independentemente da época do ano, os métodos de Penman e de P-M (FAO) podem ser utilizados para estimativa da evapotranspiração de referência, a partir, de dados da EMA ou EMC. De uma maneira geral, os valores estimados com os dados da EMC excedem, em média, 7% e 10%, para os períodos seco e úmido, os valores estimados com os dados da EMA, por qualquer um dos métodos.

CONCLUSÕES

Não houve uma tendência de superioridade nas estimativas da ETo, para os métodos de Penman e Penman-Monteith, independente 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).
- BEM-ASHER, J.; MEEK, D.W.; HUTMACHER, R.B.; PHENE, C.J. Computational approach to assess actual transpiration from aerodynamic and canopy resistance. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.4, p.776-782. 1989.
- 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.
- 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.
- SEDIYAMA, G.C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.i-xii, 1996.
- 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.