

INFLUÊNCIA DA UMIDADE DA SUPERFÍCIE DO SOLO NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA ESTIMADA PELO MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH

Dalva Martinelli CURY LUNARDI¹ & Marco Antônio LUNARDI¹

1. INTRODUÇÃO

Os experimentos para análise do desempenho dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, possibilitaram o estabelecimento de pré-requisitos para sua obtenção e recomendação, facilitando a comparação de inúmeros trabalhos que permitiram definir o método de Penman-Monteith como referência.

Smith et al. (1991) recomendaram o valor da resistência da cobertura ao transporte de vapor d'água de 69 s.m^{-1} e a relação entre esta e a resistência aerodinâmica dado por $r_c/r_a = 0,334$, sendo u a velocidade do vento a 2 m de altura.

Com o objetivo de avaliar seu desempenho, para diferentes condições climáticas, muitos trabalhos de comparação com dados lisimétricos mostraram, todavia, resultados variáveis sendo que na maioria deles houve tendência de super estimativa (Sedyama, 1996, Camargo & Sentelhas, 1997, Alves et al., 1998, Sentelhas, 1998).

Este comportamento foi atribuído pelos mesmos autores, pela razão adotada entre a resistência da cobertura e aerodinâmica à transferência de vapor d'água.

Em outros trabalhos como de Maggioto (1996) e Campeche (1997), foi observado bons resultados com esta relação no período úmido.

Segundo Pereira et al. (1998) a relação r_c/r_a em função de u , assume valor constante e igual a 1,0 até 1,1 m.s^{-2} , aumentando rapidamente a partir deste valor de forma linear.

Sentelhas (1998), empregando a relação proposta por Pereira et al. (1998), observou maior precisão para o período úmido e piora no período seco para a região de Piracicaba-SP.

Tendo observado que, na maioria dos experimentos, houve variações da precisão do método com a estação do ano, teve-se como objetivo, neste trabalho, comparar os valores medidos e estimados de evapotranspiração acima de uma área mantida com e sem umidade na superfície do solo ao longo das estações seca e úmida durante 4 anos.

2. MATERIAL E MÉTODO:

O trabalho foi realizado na área Experimental do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, no município de Botucatu, SP, com as seguintes coordenadas geográficas: $22^{\circ}51'S$ de latitude, $48^{\circ}26'W$ de longitude e 786 m de altitude.

O clima do município, segundo classificação do sistema Köppen, é Cwa: clima quente (mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno, sendo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C (Cunha et al., 1999).

A evapotranspiração medida foi obtida numa estação lisimétrica com área de 6.700 m^2 , constituída de 5 conjuntos lisimétricos de nível freático plantados com grama (*Paspalum notatum* F.), tendo cada um área de $2,0 \text{ m}^2$ de superfície evapotranspirante.

No período I, de janeiro de 1996 a outubro de 1998, o lençol freático nos lisímetros foi mantido a 46 cm de profundidade, o que possibilitou a ausência de umidade na superfície do solo. A área externa aos lisímetros só recebeu

água por precipitação,

No período II, de novembro de 1998 a novembro de 1999, na área externa, foi efetuada irrigação com frequência determinada através das leituras lisimétricas, e da tensão de água no solo dentro e fora dos lisímetros, sendo o nível freático mantido a 30 cm, o que permitiu permanente umidade na superfície do solo.

Os dois períodos foram subdivididos em estação seca, de abril a setembro, e úmida, de outubro a março, sendo a evapotranspiração estimada pelo Método de Penman-Monteith, utilizando-se a seguinte equação:

$$ET_{o_{PM}} = \frac{s(Rn - G)}{(s + \gamma')\lambda} + \frac{\gamma(900U\Delta e)}{(s + \gamma')(T + 275)}$$

sendo $ET_{o_{PM}}$ a evapotranspiração de referência em mm.d^{-1} , s a declividade da curva de pressão de vapor à temperatura do ar em $\text{KPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$, T a temperatura média do ar em $^{\circ}\text{C}$, γ^* a constante psicrométrica modificada em $\text{KPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$, γ é a constante psicrométrica em $\text{KPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$, λ o calor latente de vaporização em MJ.Kg^{-1} , U a velocidade média do vento a 2,0 metros de altura em m.s^{-1} , Rn a energia líquida em $\text{MJ.m}^2.\text{d}^{-1}$, G o fluxo de calor no solo em $\text{MJ.m}^2.\text{d}^{-1}$, Δe déficit de pressão de vapor em KPa e $900 = (\text{Kg}^{-1}.\text{Kg.K}).\text{s.d}^{-1}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As condições climáticas no período analisado foram características da região sendo o fornecimento de água para a grama, dentro dos lisímetros, contínuo graças a presença do lençol freático. Em função disto, o seu desenvolvimento foi favorável em todas as estações, conforme tabela 01, onde constam os valores do índice de área foliar.

Tabela 01 - Valores do índice de área foliar da grama com 0,12 m de altura ($\text{cm}^2/100\text{cm}^2$)

PERÍODO I		PERÍODO II	
Estação		Estação	
Seca	Úmida	Seca	úmida
603	692	610	984

A comparação dos valores de evapotranspiração medida e estimada nos dois períodos, conforme tabela 02, apresentaram diferenças que devem ser devidas as variações no balanço de energia acima da cultura, função do teor de umidade da superfície do solo.

Tabela 02 - Coeficientes de determinação (r^2) e angular (b) da regressão linear entre os valores medidos e estimados de evapotranspiração

PERÍODO I			
Estação seca		Estação úmida	
r^2	B	R^2	B
0,92	1,79	0,93	1,52
PERÍODO II			
Estação seca		Estação úmida	
r^2	B	R^2	B
0,99	0,99	0,95	0,92

¹ Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Fazenda Experimental Lageado, CP 237, Botucatu, SP. Tel: (0xx14) 6802.7162, e-mail: lunardi@fca.unesp.br

Conforme observado por vários pesquisadores, como Alves et al (1998), Sentelhas (1998), ocorreram super estimativas do método no período I, provavelmente devido as condições impostas de ausência de umidade na superfície. Esta afirmação é reforçada pela diminuição desta tendência na estação úmida.

No período II observa-se alta precisão para as duas estações, demonstrando que desde que as condições estabelecidas para a determinação da evapotranspiração de referência sejam mantidas, tais como tamanho da bordadura e umidade permanente na superfície, o desempenho tanto dos lisímetros quanto do método de Penman-Monteith é satisfatório.

Sendo que na maioria dos experimentos, nem sempre são seguidos estes pré-requisitos, deve-se tomar cuidado na proposição de adequações ao método, por nem sempre ser esta a causa das imprecisões observadas. Assim como nas críticas aos lisímetros que tem seu desempenho variável em função da profundidade do nível freático.

Desde que a superfície do solo destes não se mantenha úmida, a quebra de capilaridade, pode levar ao prevailecimento da transpiração com diminuição ou mesmo interrupção da evaporação do solo.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, o desempenho do Método de Penman-Monteith varia com a umidade da superfície do solo, tendo-se apresentado preciso quando esta foi permanente.

Os lisímetros de nível freático apresentaram-se adequados para a medida da evapotranspiração de referência, quando a profundidade do lençol freático permitia a ascensão capilar até a superfície do solo.

5. AGRADECIMENTOS

O segundo autor agradece à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelas possibilidades recebidas através do Processo N° 98/15085-0.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, I., PERRIER, A., PEREIRA, L.S. Aerodynamic and surface resistances of complete cover crops: How good is the "Big Leaf" *Transactions of the ASAE*, v.41, n.2, p.345-51, 1998.
- CAMARGO, A.P., SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Rev. Bras. de Agrometeorologia*, v.5, n.1, p.89-97, 1997.
- CAMPECHE, L.F.S.M. **Estimativa da resistência de dossel (r_c) da grama com o uso da termometria ao infravermelho**. Piracicaba, 1997. 52p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CUNHA, A.R., KLOSOWSKI, E.S., GALVANI, E., ESCOBEDO, J.F., MARTINS, D. Classificação climática para o município de Botucatu, SP, segundo Köppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1, 1999, Botucatu. *Anais...* Botucatu: UNESP-FCA, 1999, p.487-91.
- MAGGIOTTO, S.R. **Estimativa da evapotranspiração de referência pelo uso da termometria ao infravermelho**. Piracicaba, 1996. 71p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PEREIRA, A. R., PEREIRA, F.A.C., MAGGIOTTO, S.R., VILLA NOVA, N.A., FOLEGATTI, M.V., Penman Monteith reference evapotranspiration in a tropical climate. In: **CONFERENCE ON AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY**, 23, 1998, Albuquerque. *Anais...* Albuquerque: American Meteorological Society, 1998, p.216-20.
- SEDIYAMA, G.C. Estimativa de evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. *Rev. Bras. de Agrometeorologia*, v.4, n.1, p.1-14, 1996.
- SENTELHAS, P.S. **Estimativa da evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática**. Piracicaba, 1998. 97p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SMITH, M., SEGEREM, A., PEREIRA, L.S., PERRIER, A., ALLEN, R. **Report on expert consultation on procedures for revision of FAO methodologies for crop water requirements**. Rome: FAO, 1991. 45p.