

DESEMPENHO DA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA UTILIZANDO DIFERENTES COEFICIENTES DE TANQUE CLASSE A EM RELAÇÃO A UM LISÍMETRO DE PESAGEM

Francisco Adriano de Carvalho PEREIRA¹, Marcos Vinícius FOLEGATTI², Antonio Roberto PEREIRA³, Nilson Augusto Villa NOVA⁴ & Lucieta Guerreiro MARTORANO⁵

1. INTRODUÇÃO

Para que a irrigação seja um instrumento eficiente no aumento e ou manutenção da produtividade, torna-se necessário o conhecimento da demanda hídrica das culturas, nas suas diferentes fases fenológicas.

Nos métodos empíricos, os evaporímetros são bastante utilizados pela simplicidade e baixo custo, sendo classificados em dois tipos: os que a superfície da água fica livremente exposta (tanques de evaporação) e àqueles em que a evaporação se dá através de uma superfície porosa (atmômetros) (Berlato & Molion, 1981; Bernardo, 1989).

Entre os tanques de evaporação, a classe A tem sido recomendado por inúmeros autores para a estimativa da evapotranspiração de referência, principalmente quando se deseja utilizá-lo na estimativa da evapotranspiração das culturas, para manejo da água em projetos de irrigação (Sediyama, 1987; Bernardo, 1989).

A estimativa da evapotranspiração de referência a partir da evaporação medida no tanque classe A, requer a correção por um coeficiente (K_p) que depende do tamanho e natureza da área tampão, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar. Doorenbos & Pruitt (1977), apresentam uma tabela que sistematiza o valor de K_p , em função dos fatores supramencionados, após exaustiva análise de dados experimentais obtidos em diferentes regiões do globo. Amorim et al (1997), relatam que esta tabela foi, por muito tempo, o principal elemento para conversão dos registros de evaporação em (ET_o), entretanto, diversos fatores de ordem técnica e micrometeorológica limitam o seu uso. Visando contornar estas limitações, Pereira et al (1995) propuseram um modelo alternativo para a determinação do K_p , que leva em consideração a resistência do dossel de um gramado (r_c) e a resistência aerodinâmica (r_a) ao transporte de vapor da água. Este modelo indica que o coeficiente do tanque é dependente do quociente r_c/r_a e da temperatura do ar, que por sua vez determina o valor da tangente à curva de pressão de saturação de vapor da água.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a evapotranspiração de referência estimada por meio da evaporação da água em tanque classe A, utilizando-se diferentes coeficientes de tanque (K_p), em comparação aos valores medidos em um lisímetro de pesagem, bem como a relação de dependência desses coeficientes com as variáveis meteorológicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Areão da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, Piracicaba São Paulo-Brasil (22° 42' 30" S e 47° 30' 00" W), durante o período de agosto a dezembro do ano de 1996. A evapotranspiração de referência foi determinada em um lisímetro de pesagem dotado de células de carga, vegetado com grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge), por meio da diferença de peso médio das três células de carga a cada 30 min, cujos valores foram armazenados num datalogger modelo CR 10 da Campbell Scientific, a partir de dados medidos a cada segundo. As variáveis meteorológicas foram coletadas por uma estação automática de coleta de dados, contendo os sensores de: temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento a 2 m, radiação líquida e densidade de fluxo de calor no solo.

A evapotranspiração de referência, foi estimada a partir da evaporação da água no tanque classe A. As medidas de evaporação foram realizadas diariamente, pôr meio de um parafuso micrométrico, assentado sob um poço tranquilizador. Os valores das lâminas evaporadas foram convertidas em lâminas evapotranspiradas pôr meio da seguinte equação:

$$ET_oT = K_p \cdot ECA \quad (1)$$

em que:

ET_o - evapotranspiração de referência estimada com o tanque classe A, mm d^{-1} ;

ECA - evaporação da água no tanque classe A, mmd^{-1} ;

K_p - coeficiente do tanque, adimensional.

Os valores do coeficiente do tanque para as condições de Piracicaba - SP foram selecionados pela tabela proposta por Doorenbos e Pruitt (1977), utilizando a equação de regressão ajustada por Snyder (1992):

$$K_p = 0,482 + 0,024 \ln(F) - 0,000376 \cdot U + 0,0045 \cdot UR \quad (2)$$

em que:

F - distância da área de bordadura em relação ao centro do tanque (m);

U - velocidade do vento (km.dia^{-1});

UR - umidade relativa do ar (%).

Com o objetivo de estabelecer um significado físico ao coeficiente do tanque, Pereira et al. (1995) propuseram um modelo alternativo para a determinação do (K_p) que é obtido utilizando-se a equação (3).

$$K_p = K_p \max \cdot \frac{s + \gamma}{s + \gamma \left(1 + \frac{rc}{ra}\right)} \quad (3)$$

em que:

s - inclinação da curva de pressão de saturação à temperatura do ar ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$);

γ - Coeficiente psicrométrico ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$);

rc - resistência da cobertura vegetal (s.m^{-1});

ra - resistência aerodinâmica (s.m^{-1});

¹ Professor Adjunto, Escola de Agronomia da UFBA, Departamento de Engenharia Agrícola. 44380-000. Cruz das Almas - BA. Fone: (34) 212-1220.

² Professor Associado do Departamento de Engenharia Rural ESALQ-USP. Piracicaba-SP.

³ Professor Associado do Departamento de Física e Meteorologia ESALQ-USP. Piracicaba-SP

⁴ Professor Associado do Departamento de Física e Meteorologia ESALQ-USP. Piracicaba-SP

⁵ Pesquisadora do EMBRAPA-CNPS, M.Sc. Agrometeorologia Rio de Janeiro -RJ

Analisando a tabela proposta por Doorenbos e Pruitt (1977), verifica-se que o K_{pmax} tende a um valor igual 0,85 quando a umidade relativa é alta e a velocidade do vento é baixa. Esse resultado, indica que K_p é dependente do quociente rc/ra e da temperatura do ar, que determina o valor de "s", (Pereira et al. 1995). Os dados foram coletados diariamente e analisados, estatisticamente, usando análise de regressão. Foram utilizados ainda os indicadores de performance I_d proposto por Willmont, erro sistemático (Es) e não sistemático (Eu).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se o modelo de conversão proposto por Pereira et al. (1995), na estimativa da evapotranspiração de referência em relação a um lisímetro de pesagem, verificou-se que o K_p utilizado promoveu um ajuste bastante satisfatório, com um erro médio relativo da ordem de 0,08% em subestimar a E_{To} . A mesma tendência não foi verificada, com o K_p FAO, utilizando a da equação ajustada por Snyder (1992). A adoção do K_p FAO, superestimou a evapotranspiração de referência em média de 15%. Esta tendência em superestimar a E_{To} , utilizando o modelo FAO, também foi encontrada por Amorim et al. (1997), avaliando a utilização de diferentes modelos de coeficiente do tanque classe A, na estimativa de E_{To} em Viçosa- MG.

Avaliando-se os indicadores de performance estatísticos apresentados na Tabela 1, verificou-se que o modelo de K_p proposto por Pereira et al. (1995) apresentou o melhor desempenho com índice de concordância I_d igual a 0,93 e um erro sistemático de 0,062 mm.

Tabela 1 - Indicadores estatísticos de performance para a evapotranspiração medida no lisímetro de pesagem e estimada pela evaporação do tanque classe A, para diferentes valores de K_p

	Média	I_d	Es	Eu
Lisímetro Pesagem	4,48			
$E_{To}K_p$ (Pereira et al.1995)	4,45	0,933	0,062	0,000
$E_{To} K_p$ FAO	5,27	0,818	0,068	0,457

Estudando a relação de dependência do coeficiente do tanque classe A (K_p) com as variáveis meteorológicas, verificou-se um decréscimo do K_p com o aumento da velocidade do vento. Este efeito é evidenciado sobretudo na metodologia proposta por Pereira et al. (1995), onde pequenas variações na velocidade de vento, para uma

mesma temperatura, provocam alterações significativas no valor do coeficiente do tanque, devido principalmente ao efeito linear que a relação rc/ra assume com a velocidade do vento. Dessa maneira, as resistências oferecidas pelo dossel da cultura e pelo vento, expressa na relação rc/ra , substitui com vantagens a natureza e tamanho da área tampão sugeridos por Doorenbos & Pruitt (1977).

4. CONCLUSÕES

1. A utilização do coeficiente de tanque (K_p), proposto por Pereira et al. (1995) para estimativa da evapotranspiração de referência a partir da evaporação do tanque classe A, possibilitou uma excelente correlação e concordância em relação as medidas efetuadas no lisímetro de pesagem;

2. a variável meteorológica de maior influência na determinação do coeficiente do tanque (K_p) é a velocidade do vento; e

3. a relação entre as resistências de dossel e aerodinâmica (rc/ra) substitui com vantagens os valores tabelados de tamanho e natureza da área tampão.

5. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AMORIM, M. de C.; SEDIYAMA, G. S.; SOBRINHO, J. E.; RODRIGUES, L.N. 1997 Avaliação da evapotranspiração de referência estimada por diferentes modelos de coeficiente de tanque classe A. X CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Piracicaba- SP, Anais. p. 683-685.
- BERLATO, M. A. & MOLION, L.C.D. 1981. Evaporação e evapotranspiração. Porto Alegre, IPAGRO., 95p (Boletim Técnico, 7).
- BERNARDO, S. 1989. Manual de Irrigação. 5ª ed. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária., 596p.
- DOORENBOS, J & PRUITT, J. O. 1977. Guidelines for predicting Crop Water Requirements. Rome, FAO., 179p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24)
- PEREIRA, A. R.; VILLANOVA, N.A.; PEREIRA, A. S.; BARBIERI, V. A. 1995. Model for the class A pan coefficient. Agricultural and Forest Meteorology, v. 76, p. 75-88,.
- SEDIYAMA, G. C. 1987. Necessidade de água para os cultivos In: Curso de Engenharia de irrigação. Módulo 4. Brasília, ABEAS, , 143p.
- SNYDER, R. L. 1992. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. J. of Irrig and Drain. Eng. ASCE, 118: p 977-980.
- WILLMONT, C. J. 1981. On the validation of models. Physical Geography, v.2, p. 184-94.