

VARIAÇÃO SAZONAL DO PARÂMETRO DE PRIESTLEY-TAYLOR PARA A ESTIMATIVA DIÁRIA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

Paulo Cesar SENTELHAS¹, Antonio Roberto PEREIRA²,
Marcos Vinícius FOLEGATTI³, Nilson Augusto VILLA NOVA²

RESUMO

O parâmetro de Priestley-Taylor (α) foi determinado para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), na escala diária, para dois períodos do ano, um seco e outro úmido. Foram utilizados dados de ET_o obtidos em lisímetro de pesagem com células de carga, cultivado com grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge), e dados meteorológicos: temperatura do ar (T) e saldo de radiação (R_n), obtidos por uma estação automática, em Piracicaba, SP. A densidade de fluxo de calor sensível no solo foi desprezada em função da escala de tempo adotada. Para avaliação da sazonalidade, determinação do período seco e úmido, utilizou-se a relação ET_o/R_n, sendo considerado período úmido quando ET_o/R_n = 0,7 e período seco quando ET_o/R_n = 0,9. Os resultados obtidos mostram que α foi menor no período úmido, tendo como valor médio 1,00, e maior no período seco, quando o valor médio chegou a 1,33, mostrando que no período chuvoso a advecção de calor sensível é baixa ao passo que no período seco a contribuição da energia proveniente da advecção é bastante significativa, representando, em média, 33% do termo radiativo. O valor médio de α para o período total foi igual a 1,21. A adoção desses valores médios para os períodos mencionados proporcionou estimativa mais precisa e exata de ET_o do que com $\alpha = 1,26$, com coeficientes linear (a) igual a zero, angular (b) igual a 1,03 e de determinação (R²) igual a 0,92.

PALAVRAS-CHAVE: Lisímetro, saldo de radiação.

INTRODUÇÃO

O método de Priestley-Taylor (Priestley & Taylor, 1972) é uma simplificação do método de Penman, em que permanece apenas o termo radiativo corrigido por um coeficiente de ajuste (α), conhecido como parâmetro de Priestley-Taylor (Pereira & Villa Nova, 1992), que representa a

¹ Dr., Professor Doutor. Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: pcsentel@carpa.ciagri.usp.br.

² Dr., Professor Associado. Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP. Bolsista do CNPq.

³ Dr., Professor Associado. Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP. Bolsista do CNPq.

energia adicional ao processo de evapotranspiração proveniente do termo aerodinâmico. Determinações realizadas por Priestley & Taylor (1972), sob condições de ausência de advecção e com superfície úmida, mostraram que α variou de 1,08 a 1,34, com média de 1,26.

De acordo com as análises de Camargo & Sentelhas (1997), o método de Priestley-Taylor foi o que apresentou o melhor desempenho, na escala mensal, entre os métodos que envolvem balanço energético, quando compararam a E_{To} estimada por este método aos dados de lisímetro de drenagem. Resultados apresentados por Eltink et al. (1997), mostram que o método de Priestley-Taylor teve boa correlação com a E_{To} medida em lisímetro de pesagem, ficando atrás somente do método de Penman-Monteith. Allen (1986) verificou que em regiões de clima úmido e com baixa advecção, o método de Priestley-Taylor proporcionou bons resultados. No entanto, em climas áridos onde a advecção é substancial, tal método proporcionou subestimativas da E_{To} , o que segundo o autor sugere a utilização de $\alpha = 1,34$, indicando que este parâmetro deve variar de acordo com o tipo de clima, cobertura do terreno e escala de tempo. Cunha & Bergamaschi (1994) salientam isso dizendo que pelas características empíricas inerentes ao seu processo de estimação, o parâmetro de Priestley-Taylor não pode ser considerado de aplicação universal, o que sugere a necessidade de sua determinação para diferentes condições.

Isso é ilustrado pelos dados relatados por Pereira et al (1997b), em que α varia de 1,01 a 2,85, e pelos trabalhos de Cunha & Bergamaschi (1994) que obtiveram para a cultura da alfafa valor de α igual a 1,35 e 1,40, respectivamente para as escalas diária e mensal, no Rio Grande do Sul, de Pereira et al. (1997a) que verificaram que os valores de α , para a grama, foram inferiores a 1,26, sendo igual a 1,00 para Campinas, 1,07 em Ribeirão Preto, e 1,17 em Pindamonhangaba, no Estado de São Paulo, porém, com os autores salientando que esses resultados devem ser aceitos como aproximações por serem oriundos de estimativas do saldo de radiação, e de Peres et al. (1997) que encontraram para a cana-de-açúcar valores iguais a 1,30 para a escala decenal e 1,34 para a escala mensal.

O objetivo do presente trabalho foi determinar o parâmetro de Priestley-Taylor (α) para a estimativa diária da evapotranspiração de referência e avaliar a sua sazonalidade nas condições climáticas de Piracicaba, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de temperatura média diária do ar (T) e saldo de radiação (R_n) obtidos na estação meteorológica automática do Departamento de Ciências Exatas, da ESALQ/USP,

no município de Piracicaba (Lat.: 22°42'S, Long.: 47°38'W, e Altitude de 546m), assim como dados de evapotranspiração de referência (ET_o) obtidos em lisímetro de pesagem com células de carga, da marca Omega Eng., modelo LCCA-2K, com capacidade de 910kg e precisão de 0,037% da sua capacidade. O lisímetro com 0,65m de profundidade, 1,20m de comprimento e 0,85m de largura, era cultivado com grama batatais (*Paspalum notatum*, L.) e manejado (irrigação, adubação e poda) de forma a manter o gramado em crescimento ativo, com altura entre 0,08 e 0,15m e com disponibilidade de água de modo a fornecer a ET_o, como recomendado por Smith (1991). O período analisado foi compreendido entre dezembro de 1995 e dezembro de 1996, em que foram selecionados 127 dias.

Para a estimativa da ET_o pelo método de Priestley-Taylor, utilizou-se a formulação apresentada por Pereira et al. (1997b), como segue:

$$ET_o = \alpha W (R_n - G) / \lambda$$

em que: $\alpha = 1,26$ é o fator de ajuste original; R_n é o saldo de radiação, em $MJ.m^{-2}.d^{-1}$; G é a densidade de fluxo de calor sensível no solo, desprezada devido à escala adotada; $\lambda = 2,45 MJ.kg^{-1}$ é o calor latente de evaporação; W é um fator de ponderação dependente da temperatura do ar e do coeficiente psicrométrico (Wilson & Rouse, 1972; Viswanadham et al., 1991), dado por:

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

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

Além da utilização do parâmetro $\alpha = 1,26$, determinou-se seus valores para os períodos em que ET_o/R_n foi igual a 0,7 (período úmido) e em que ET_o/R_n foi igual a 0,9 (período seco), através da seguinte relação:

$$\alpha = (ET_o \lambda) / [W(R_n - G)]$$

em que ET_o é a evapotranspiração de referência medida no lisímetro de células de carga, em mm.

Os dados estimados de ET_o pelo método de Priestley-Taylor, com $\alpha = 1,26$ e com α determinado para os períodos seco e úmido, foram comparados aos dados medidos no lisímetro através da análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a relação entre a ETo do lisímetro e a estimada pelo método de Priestley Taylor, com $\alpha = 1,26$. Observa-se que apesar da boa concordância entre os dados, com o coeficiente linear igual a zero e angular igual 1,0433, a precisão das estimativas é baixa, com $R^2 = 0,67$.

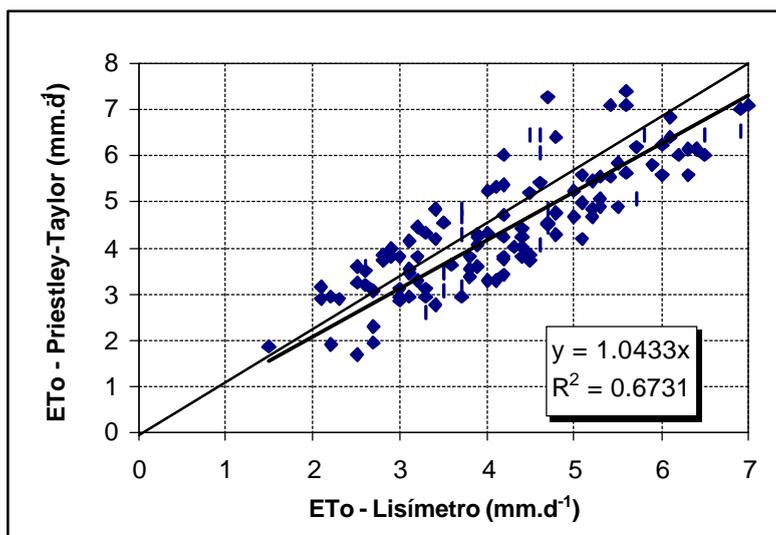


Figura 1. Relação entre a evapotranspiração de referência medida e estimada pelo método de Priestley-Taylor, com $\alpha = 1,26$.

Essa baixa precisão das estimativas está relacionada às diferentes condições de umidade da área em questão, que é visualizada na Figura 2, onde observa-se que no período úmido a relação ETo/Rn é de 0,7, enquanto que no período seco essa relação sobe para 0,9, indicando a presença de advecção.

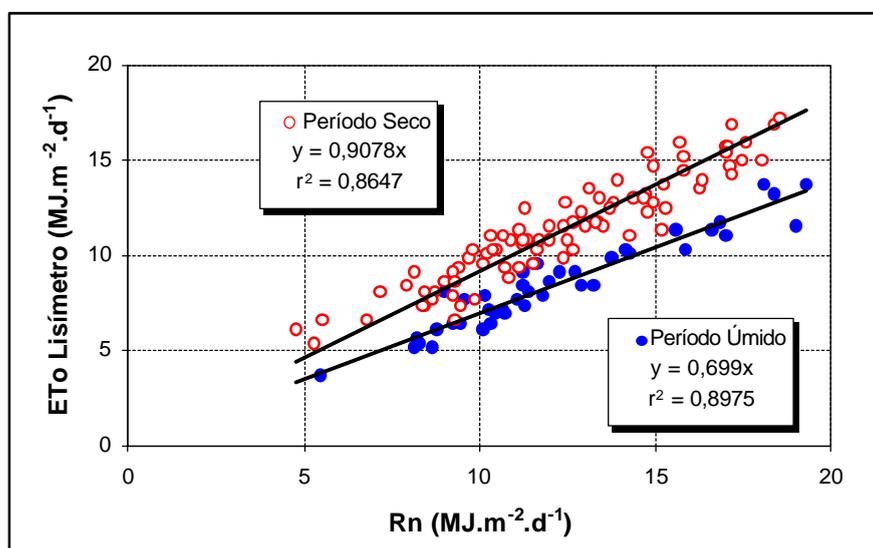


Figura 2. Relação entre ETo e Rn nos períodos úmido e seco, em Piracicaba, SP.

Calculando-se os valores de α para os dois períodos, obteve-se o valor médio de 1,00 para o período úmido e de 1,33 para o período seco, com uma média geral de 1,21. A Figura 3 ilustra a variação sazonal dos valores de α , na escala diária.

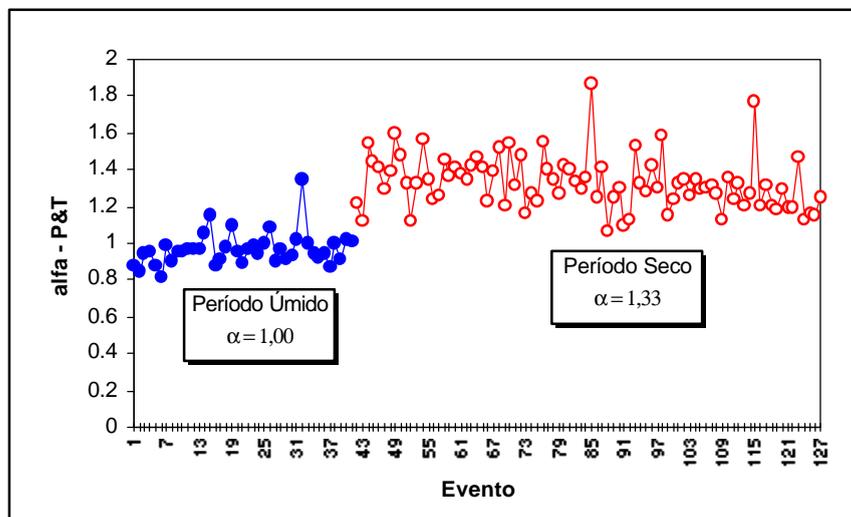


Figura 3. Variação sazonal do valor de α , na escala diária, para Piracicaba, SP.

A magnitude de variação de α , encontrada no presente trabalho, está próxima da obtida por Priestley & Taylor (1972), com α entre 1,08 e 1,34, respectivamente para regiões úmidas e áridas da Austrália. Isso mostra que para melhor emprego do método de Priestley-Taylor, especialmente para o manejo da irrigação, é conveniente a adoção distinta dos valores de α para cada condição de advecção. A Figura 4 mostra a relação entre a ETo medida e a estimada pelo método de Priestley-Taylor considerando-se $\alpha = 1,00$ para o período úmido e $\alpha = 1,33$ para o período seco. Observa-se que houve melhoria tanto na exatidão das estimativas, com b passando para 1,0277, reduzindo a tendência de superestimativa, como na sua precisão, passando o valor de R^2 de 0,67 (Figura 1) para 0,91 (Figura 4).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que o valor de α (parâmetro de Priestley-Taylor) variou de acordo com as condições de advecção de calor sensível. Para o período úmido α médio foi igual 1,00, enquanto que para o período seco o α médio foi de 1,33, resultando em um valor médio geral de 1,21. O emprego desses valores médios distintos para cada condição proporcionou estimativas mais exatas e precisas de ETo do que o uso do valor original ($\alpha = 1,26$).

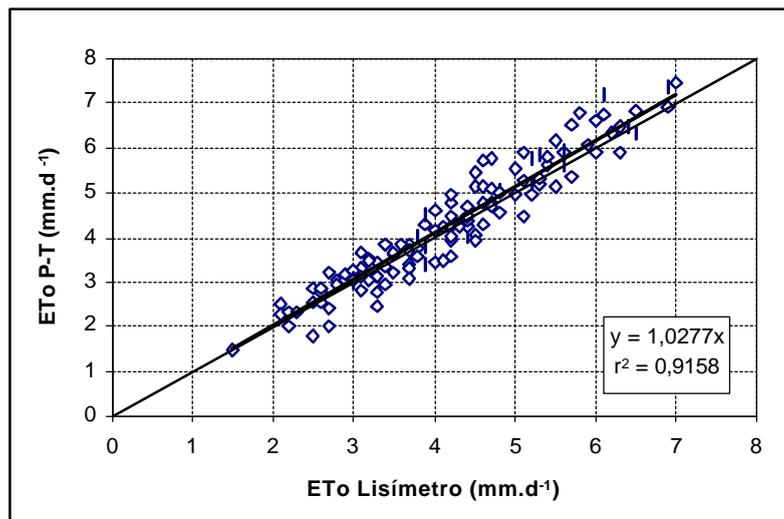


Figura 4. Relação entre a ETo medida e estimada com $\alpha = 1,00$, para o período úmido e $\alpha = 1,33$, para o período seco, em Piracicaba, SP.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R.G. A Penman for all seasons. **Journal of Irrigation and Drainage Eng.**, v.112, n.4, p.348-368. 1986.
- 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.
- CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H. Coeficientes das equações de Makkink e Priestley-Taylor para a estimativa da evapotranspiração máxima da alfafa. **Rev. Bras. de Agrometeorologia**, v.2, n.1, p.33-36, 1994.
- ELTINK, M.G.; PEREIRA, F.A.C.; FOLEGATTI, M.V. Comparação entre métodos de estimativa de evapotranspiração de referência. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 5, Piracicaba, 1997. **Resumos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997, p.517.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A. Analysis of the Priestley-Taylor parameter. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.61, p.1-9, 1992.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SENTELHAS, P.C. O parâmetro de Priestley-Taylor para a estimativa da evapotranspiração de referência na escala mensal. **Rev. Bras. de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.83-87, 1997b.

- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997a. 183p.
- PERES, J.G.; PEREIRA, A.R.; FRIZZONE, J.A.; VILLA NOVA, N.A. Calibração do modelo de Priestley-Taylor para estimar a evapotranspiração potencial da cana-de-açúcar. **Rev. Bras. de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.77-82, 1997.
- PRIESTLEY, C.H.B.; TAYLOR, R.J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. **Monthly Weather Rev.**, v.100, p.81-92, 1972.
- SMITH, M. **Report on expert consultation on procedures for revision of FAO methodologies for crop water requirements**. Rome: FAO, 1991. 45p.
- VISWANADHAM, Y.; SILVA FILHO, V.P.; ANDRE, R.G.B. The Priestley-Taylor parameter α for the Amazon forest. **Forest Ecology Management**, v.38, p.211-225, 1991.
- WILSON, R.G.; ROUSE, W.R. Moisture and temperature limits of the equilibrium evapotranspiration model. **Journal of Applied Meteorology**, v.11, p.436-442, 1972.