

# RELAÇÃO ENTRE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE CAFEZAL SEMI-ADENSADO EM CRESCIMENTO E A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA<sup>1</sup>

Felipe Gustavo PILAU<sup>2</sup>; Evandro Zanini RIGHI<sup>2</sup>, Luiz Roberto ANGELOCCI<sup>2</sup>; Fabio Ricardo MARIN<sup>3</sup>, José Laércio FAVARIN<sup>4</sup>

## Introdução

Os recursos hídricos disponíveis para a realização da prática de irrigação estão cada vez mais escassos, o que tem tornado necessário a realização de estimativas acuradas da quantidade de água a ser repostada para a cultura (*ETC*).

Uma forma consagrada para a estimativa de *ETC* é a partir de um coeficiente de cultura (*Kc*) e da evapotranspiração de referência (*ETo*) (DOOREMBOSS & KASSAN, 1979). Porém, especificamente para culturas isoladas ou cultivadas em renques, a cobertura da superfície é heterogênea, com a área entre plantas ou entrelinhas completamente descobertas ou cobertas por plantas daninhas.

Se a irrigação utilizada for localizada, durante o período seco uma área em torno das plantas de interesse permanece o tempo todo com disponibilidade de água, enquanto que nas entrelinhas o solo vai secando gradualmente, fazendo com que a evapotranspiração intercalar contribua menos no total evapotranspirado pela área total. Portanto, esta particularidade leva a diferentes relações entre *ETC* e *ETo*, ou seja, nos valores de *Kc* (MARIN et al., 2001c; GUTIÉRREZ & MEINZER, 1994), principalmente quando a cultura de interesse estiver em crescimento.

O objetivo deste trabalho foi relacionar *ETC* determinada pelo método da Razão de Bowen com *ETo* a fim de verificar-se a grandeza dessas relações em um período seco e em um úmido.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em uma área de 3,5ha de cafezal com idade entre 12 e 17 meses, semi-adensado, com espaçamentos entre linhas de 3,5m e entre plantas de 0,9m, irrigado por gotejamento, em área da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP (22°53' S; 47°30' W, 546m).

Os dados foram coletados no período de 01/10 de 2002 a 23/03 de 2003. A velocidade do vento foi medida com anemômetros de caneca (MET ONE O14A, Met One Instruments, Grants Pass, USA) instalados nas alturas de 0,55m (*z1*), 2,31m (*z3*) e 3,23m (*z4*). No nível de 1,27m (*z2*) foi instalado um anemômetro de canecas (034B Wind Set, Met One Instruments). Psicrômetros ventilados (MARIN et al., 2001a) foram instalados no mesmo mastro nas alturas de 0,24m, 1,04m, 1,96m e 2,88m. Foram considerados somente os horários entre 6:00h e 19:00h, com os dados medidos a cada 5seg. e armazenados a cada 15min por um sistema automático de armazenamento de (CR7, Campbell Scientific, Logan, Utah, USA).

A radiação líquida (*Rn*) foi medida com um saldo radiômetro (Q\*7-1, REBS, Inc., Seattle, WA, USA) instalado a 3m de altura do solo. O fluxo de calor no solo (*G*) foi medido com três placas de fluxo (HTF 3.1,

REBS, Inc., Seattle, WA, USA) instaladas no centro da entrelinha, e duas na linha de plantio. Nos cálculos, foi feita uma ponderação do valor de *G* pela superfície que cada célula representava no cafezal.

A evapotranspiração do cafezal (*ETC*) foi determinada pelo método da Razão de Bowen:

$$ETC = \frac{Rn - G}{1 + \beta} \quad \text{para } \beta \neq -1 \quad (1)$$

em que  $\beta$  é a razão de Bowen (dada pela razão entre o fluxo de calor sensível e o fluxo de calor latente).

A determinação da evapotranspiração de referência (*ETo*) foi realizada com os dados da estação agrometeorológica automática padrão localizada a cerca de 50m do cafezal pelo método de Penman-Monteith:

$$ETC = \frac{s \cdot (Rn - G) + \rho \cdot cp \cdot \frac{\Delta e}{ra}}{s + \gamma \left( 1 + \frac{rc}{ra} \right)} \quad (2)$$

em que *s* é tangente a curva de pressão de saturação do ar;  $\rho$  é a densidade do ar (1,26 kg.m<sup>-3</sup>); *cp* é o calor específico do ar (1005 J.kg<sup>-1</sup>.°K<sup>-1</sup>);  $\Delta e$  é o déficit de pressão de vapor do ar e  $\gamma$  é o coeficiente psicrométrico (kPa.°C<sup>-1</sup>). As resistências do dossel (*rc*) e aerodinâmicas da superfície (*ra*) foram determinadas pelas expressões:

$$rc = \frac{\rho \cdot cp \cdot \Delta e}{\gamma \cdot p \cdot Rn} - 2ra \quad (\text{MARIN et al., 2001b})(2)$$

$$ra = \frac{\left[ \ln \left( \frac{z-d}{z_0} \right) \right]^2}{k^2 u} \quad (3)$$

em que *p* é a fração de *Rn* utilizada no fluxo de calor latente (*p* = 0,78 para o gramado segundo dados de PEREIRA et al. (2002)); *z* é a altura de medida do vento (2m); *d* é o deslocamento do plano zero (=0,08m); *z*<sub>0</sub> é o comprimento da rugosidade da superfície (=0,015); *k* é a constante de von Karman (= 0,41); e *u* é a velocidade do vento.

Em alguns casos, devido ao reduzido número de informações utilizadas, a Equação 2 produzia valores de *rc* negativos, principalmente no início da manhã ou demasiadamente elevados nos momentos com velocidade do vento relativamente baixa. Sendo assim, limitou-se *rc* no intervalo de 0s.m<sup>-1</sup> e 2500s.m<sup>-1</sup> (MARIN et al., 2003; NOBEL, 1991).

Como variável de crescimento foi utilizada a área foliar do cafezal, determinada a partir do número de folhas médio de 40 plantas escolhidas aleatoriamente, multiplicado por uma área foliar média determinada a partir do produto médio do maior comprimento e maior largura das folhas amostradas no próprio cafezal.

## Resultados e Discussão

Os dados foram divididos em dois grupos, entre 01/10 e 30/10 de 2002 (período seco), e entre 13/02 e 23/03 de 2003 (período úmido). Entre os respectivos períodos, além do aumento da umidade do solo nas entrelinhas pelo aumento das chuvas, ocorreu um aumento da área foliar média do cafezal de 0,62m<sup>2</sup> para 1,92m<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pela FAPESP

<sup>2</sup> Setor de Agrometeorologia - Depto. de Ciências Exatas - ESALQ/USP - Av. Pádua Dias, 11 - CEP 13418-900 - Piracicaba, SP. fegpilau@esalq.usp.br

<sup>3</sup> CNPM/EMBRAPA - Rua Júlio Soares de Arruda, 803 - CEP 13088-300 - Campinas-SP.

<sup>4</sup> Depto. de Produção Vegetal- ESALQ/USP



A mudança nestas condições repercutiu em um aumento na relação entre  $ETC$  e  $ET_0$ , de cerca de 0,90 para 1,02, como pode ser visto pelo valor dos coeficientes angulares nas relações apresentadas nas Figuras 1 e 2 para valores obtidos de 15 em 15min., respectivamente, para o período de 2002 e 2003. Praticamente a mesma tendência foi observada com os valores diários (Figuras 3 e 4). Nota-se que houve um bom ajuste dos dados de  $ETC$  e  $ET_0$ , principalmente no período úmido.

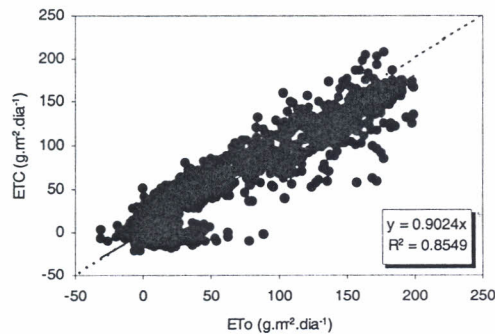


Figura 1: Relação entre a evapotranspiração do cafezal ( $ETC$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) determinada em intervalos de 15min, no período de 01/10 a 30/10 de 2002. Piracicaba, SP.

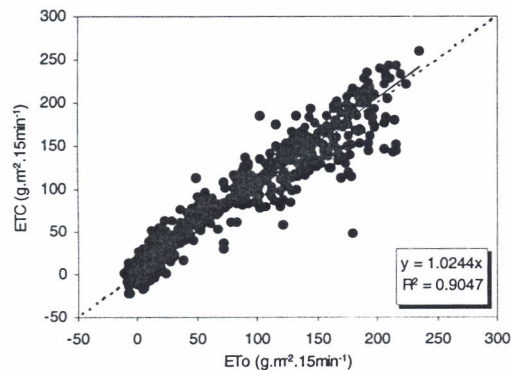


Figura 2: Relação entre a evapotranspiração do cafezal ( $ETC$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) determinada em intervalos de 15min, no período de 13/02 a 23/03 de 2003. Piracicaba, SP.

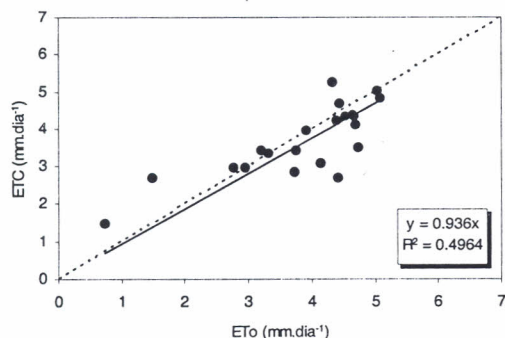


Figura 3: Relação entre a evapotranspiração diária do cafezal ( $ETC$ ) e a evapotranspiração diária de referência ( $ET_0$ ), no período de 01/10 a 30/10 de 2002. Piracicaba, SP.

Embora se tenha encontrado uma boa relação entre  $ETC$  e  $ET_0$ , na utilização de sistemas de irrigação localizada,  $ETC$  pode não quantificar a água que realmente deve ser reposta em uma determinada

irrigação, pois nessas condições o interesse maior é repor a água perdida somente na região de solo que a planta está explorando, ou seja, a evapotranspiração da entrelinha a priori não necessita ser reposta. É interessante ressaltar que a transpiração do cafeiro nessas condições pode ser aumentada devido ao ganho de calor sensível proveniente da entrelinha mais seca.

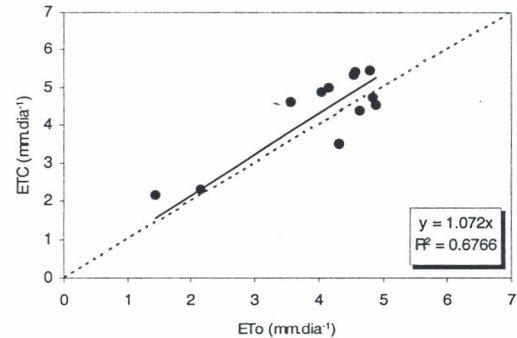


Figura 4: Relação entre a evapotranspiração diária do cafezal ( $ETC$ ) e a evapotranspiração diária de referência ( $ET_0$ ), no período de 13/02 a 23/02 de 2003. Piracicaba, SP.

Ao tratar-se de uma cobertura heterogênea e em crescimento, a determinação de um  $K_c$  representativo é difícil, principalmente no período de maior interesse, período seco, como pode ser notado pelo menor ajuste dos dados. Ainda, a quantificação da irrigação em coberturas descontínuas é mais complexa, como é discutido em MARIN et al. (2001c). Nota-se que neste tipo de cobertura é importante determinar a partição da evapotranspiração total em suas componentes da cultura e da entrelinha, pois, como já discutido, o interesse final é a reposição da água para as plantas de interesse, no caso o cafeeiro.

#### Referências Bibliográficas

- DOOREMBOS, J.; KASSAN, A. H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).
- MARIN, F. R. et al. Construção e avaliação de psicrômetro de termopar aspirado. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, SP, v. 58, n.4, p.839-844. 2001a.
- MARIN, F. R.; ANGELOCCI, L. R.; RIGHI, E. Z. Modelo simplificado para estimativa da resistência foliar a difusão de vapor de árvores de lima ácida "Tahiti". *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, RS, v.9, n.2, p.227-233. 2001b.
- MARIN, F. R. et al. Sap flow and evapotranspiration in an irrigated citrus orchard. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, RS, v. 9, n.2, p.219-226. 2001c
- MARIN, F. R. et al. Estimativa da temperatura foliar e do balanço de energia com um método iterativo. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. *Anais...* Foz do Iguaçu, PR. 2002.
- NOBEL, P. S. **Physicochemical and Environmental Plant Physiology**. San Diego: Academic Press, 1991. 635 p.
- PEREIRA, A. R. et al. Substantiation of the daily FAO-56 reference evapotranspiration with data from automatic and conventional weather stations. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria, v.10, n.2, p.1 - 7, 2002b.