

## SALDO DE RADIAÇÃO, UMIDADE DO AR E FLUXO DE SEIVA EM CAFEZEIROS JOVENS

Evandro Zanini Righi<sup>1</sup>, Luiz Roberto Angelocci<sup>2</sup>, Fabio Ricardo Marin<sup>3</sup>

**ABSTRACT** – The relationships of coffee sap flow with net radiation and air vapor pressure deficit during a wet period (plants with leaf area next to 2,0 m<sup>2</sup>) and during a dry season (leaf area higher than 3,0 m<sup>2</sup>) were studied. In the wet season, the sap flow apparently responded more to net radiation, while in the dry season there was some stomata control, probably by higher vapor pressure deficit and higher leaf area (more transpiration by the plant, more diurnal water deficit). An effect of shadow leaves on sap flow decrease was identified, what seems to be related with high leaf density. Also, a great difference (about 100%) of the sap flow density (relative to leaf area) between the two studied plants was found in dry season, being physiological differences between them or measurements errors the probable causes.

### INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma planta oriunda de sub-bosques úmidos e relativamente frios, mas em cultivos a pleno sol tem mostrado alta capacidade de adaptação à elevada irradiância solar e às altas demandas hídricas da atmosfera (Carr, 2001, Marin et al., 2005).

Devido à pequena capacitância hidráulica, as variações do fluxo de seiva (*FS*) podem ser tomadas como indicativas das respostas fisiológicas às variações da demanda hídrica da atmosfera em cafeeiros muito jovens, embora a resposta estomática às variações do ambiente seja o principal mecanismo de regulação da transpiração (*T*). Assim, as variações de *FS* são boas indicadoras do efeito atmosférico e tais relações podem ser estudadas com grande proveito.

Marin (2003) e Marin et al. (2005) verificaram que o coeficiente de cultura basal de cafezal adulto, que envolve a relação entre *T* e evapotranspiração de referência (*ET<sub>o</sub>*), pode diminuir quando *ET<sub>o</sub>* é maior que cerca de 4mm.dia<sup>-1</sup>. Portanto, o aumento da demanda atmosférica não é acompanhado proporcionalmente pelo aumento da transpiração, com efeito da regulação estomática. Outro resultado interessante é o de Marin et al. (2003), que verificaram similares taxas de transpiração por unidade de área foliar em três estratos da mesma planta, indicando a utilização pelo cafeeiro do estrato superior como uma proteção para as camadas de folhas subjacentes.

Essas características fisiológicas do cafeeiro enfatizam a necessidade de estudos sobre sua reposta hídrica às variáveis ambientais. Neste trabalho, estudou-se a variação de *FS* num período úmido, de alta disponibilidade energética, e noutro seco, de menor disponibilidade energética, em cafezal em crescimento, relacionando-o com o saldo de radiação (*R<sub>n</sub>*) e o déficit de pressão de saturação de vapor no ar (*D*).

### MATERIAL E MÉTODOS

As medidas foram realizadas em cafezal de *Coffea arabica* L. cv. Obatã IAC 1669-20, pé franco, com cerca 3,2 ha (290 m de comprimento x 115 m de largura), localizado em Piracicaba, SP (22°42'30"S; 47°30'00"W; 546 m) cultivado a pleno sol sob irrigação

por gotejamento. As plantas foram dispostas a cada 0,9 m em renques espaçados de 3,5 m. Durante as medidas os cafeeiros tinham entre 12 e 24 meses de implantação, sendo realizadas em três períodos: *P1* (04/10/02 – 16/12/02); *P2* (31/01/03 – 23/03/03); e *P3* (20/08/03 – 18/09/03). Os dois primeiros períodos são normalmente úmidos e o último seco, na região.

As determinações biométricas dos cafeeiros foram feitas em setembro e dezembro de 2002 e em fevereiro e setembro de 2003, constando da: a) contagem do número de folhas por planta; b) estimativa da área foliar (*AF*) de cada planta; c) altura das plantas e; e) diâmetro da copa.

Os valores de temperatura e umidade do ar, utilizados para a determinação de *D*, foram obtidos com psicrômetros ventilados (Marin et al. 2001), instalados a cerca de 2,0 m do solo, variando de 1,60 m a 1,36 m acima da altura média das plantas. As medidas foram tomadas a cada 5 s e armazenadas em médias de 15 min. A radiação líquida (*R<sub>n</sub>*) foi medida com um saldo-radiômetro modelo Q\*7.1 (REBS Inc., Seattle, EUA.) instalado a 2,5 m do solo. As medidas de *FS* foram feitas pelo método do balanço de calor com sensores comercializados pela Dynamax® Inc. (Houston, EUA) em dezembro de 2002 e durante os períodos *P2* e *P4*.

Todos os sinais eletrônicos foram registrados por "datalogger" CR7 (Campbell Scientific Inc., Logan, EUA), de forma cronológica com as medidas de estação meteorológica localizada distante 200 m.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as relações de *FS* com *D* e com *R<sub>n</sub>*, ao longo de três dias de medida no período úmido e de dois dias secos, respectivamente. Percebe-se que nos dias úmidos, embora com valores de *D* relativamente elevados, *FS* respondeu preferencialmente a *R<sub>n</sub>*, como pode-se observar no dia 08/02/03, quando sob aumento de *D*, ocorreu uma queda e posterior elevação de *R<sub>n</sub>*, que resultaram em resposta direta de *FS*.

Em agosto, sob condições bem mais secas, ficou evidente o efeito do controle estomático sobre a transpiração dos cafeeiros. Na Figura 2 se percebe que para valores de *D* maiores de cerca de 1,0 kPa houve estabilização e até queda de *FS*. O mesmo pode ser observado com os valores de *R<sub>n</sub>* acima de 200 a 300 W.m<sup>-2</sup> nos dias analisados. Observa-se, também, histerese entre os períodos do dia.

Uma importante diferença entre essas duas situações, além da demanda hídrica atmosférica, é a área foliar das plantas, próxima de 2,0 m<sup>2</sup>, em fevereiro, e superior a 3,0 m<sup>2</sup> em agosto. Outro dado interessante é a magnitude dos valores máximos de *FS*, que alcançaram valores de cerca de 25 g.m<sup>-2</sup>.(15min)<sup>-1</sup> em fevereiro, e não passaram de 20 g.m<sup>-2</sup>.(15min)<sup>-1</sup> em agosto. Provavelmente, essas taxas tenham sido definidas pelos limites de absorção do sistema radicular e hidráulico das plantas, como observado por Marin (2003). Outro fator que pode ser a causa dessa diferença é a maior proporção de folhas sombreadas

<sup>1</sup> Prof., Dr., Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, SC. E-mail: [ezrighi@yahoo.com.br](mailto:ezrighi@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Prof. Associado, Dr., Depto. de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Bolsista de Produtividade do CNPq.

<sup>3</sup> Pesquisador, Dr., EMBRAPA Informática Agropecuária, Campinas, SP

nos cafeeiros maiores, fazendo com que as folhas mais externas na copa funcionem como um anteparo, diminuindo a carga radiante sobre as folhas mais internas e, assim, diminuindo a transpiração (Marin et al., 2003). Esse efeito pode ser inferido dos valores dos coeficientes multiplicativos das equações de regressão múltipla de *FS* com *Rn* e *D* (Tabela 1), visto que *D* teve peso maior no período seco do que no úmido, com redução da importância de *Rn*, sendo indicativo de que, de fato, o sombreamento foliar resultou na diminuição de *T*. A mesma conclusão pôde ser obtida de equações exponenciais entre *FS* e *D*, que resultaram em ajuste dos dados mais elevados no período seco. Embora se tenha observado uma resposta positiva de *FS* a *D*, a sensibilidade foi menor no período seco, caracterizando o controle estomático sobre a transpiração. Talvez por esse efeito, o aumento de *D* foi respondido positivamente por *FS*, apesar do evidente controle estomático (Tabela 1).

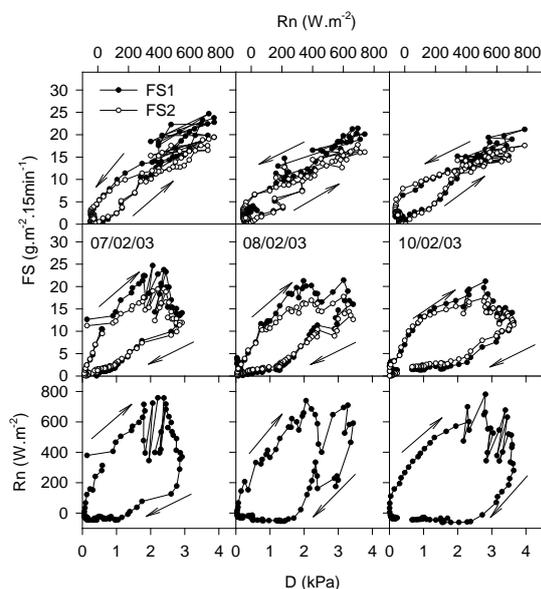


Figura 1. Relação da densidade de fluxo de seiva *FS* (por unidade de área foliar) com o saldo de radiação *Rn* (campo superior) e com o déficit de saturação do ar *D* (campo intermediário), juntamente com a relação entre *Rn* e *D*, nos dias 7, 8 e 10 de fevereiro de 2003. As setas indicam a evolução horária das observações. Área foliar das respectivas plantas *FS1* e *FS2* de 1,62 m<sup>2</sup> e 1,95 m<sup>2</sup>.

Tabela 1. Equações de regressão múltipla dos valores de fluxo de seiva [*FS*, em g.m<sup>-2</sup>.(15min)<sup>-1</sup>] com o saldo de radiação (*Rn*, W.m<sup>-2</sup>) e o déficit de saturação de vapor no ar (*D*, kPa), com os respectivos coeficientes de determinação (*R*<sup>2</sup>), obtidos no período úmido (*AF* média igual a 1,95 m<sup>2</sup>) e seco (*AF* média igual a 3,39 m<sup>2</sup>).

Equação de regressão*	<i>R</i> <sup>2</sup>
Úmido	
$FS = 1,0802 + 0,0194.Rn + 1,2339.D$	0,87
Seco	
$FS = 1,3233 + 0,0149.Rn + 0,9183.D$	0,86

\* Todas as equações e coeficientes foram significativos a 1% de probabilidade.

É possível, também, que parte dessa redução tenha sido causada por alguma inibição da atividade fisiológica do cafeeiro, em consequência das elevadas

amplitudes térmicas diárias (de até 20°C) ou de algum repouso imposto pelo ciclo de desenvolvimento.

Não foi possível encontrar uma explicação clara para a grande diferença entre *FS3* e *FS4* (Figura 2) (próxima de 100%), podendo ter sido causada por alguma diferença fisiológica entre as plantas ou por erros de medida, conforme discutido por Righi (2004).

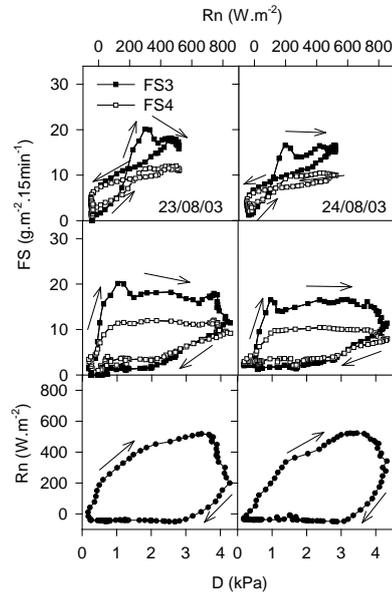


Figura 2. Relação da densidade de fluxo de seiva *FS* (por unidade de área foliar) com o saldo de radiação *Rn* (campo superior) e com o déficit de saturação do ar *D* (campo intermediário), juntamente com a relação entre *Rn* e *D*, nos dias 23 e 24 de agosto de 2003. As setas indicam a evolução horária das observações. Área foliar das respectivas plantas *FS3* e *FS4* de 4,4 m<sup>2</sup> e de 3,1 m<sup>2</sup>.

Apesar dos dados obtidos por Marin (2003) e Marin et al. (2005) indicarem um patamar de transpiração máxima para cafeeiros, tais limites não ficaram evidentes nos resultados aqui obtidos. Isso, por sua vez, parece ser devido a fatores relacionados com a área foliar das plantas e com suas diferentes respostas à demanda hídrica atmosférica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carr, M.K.V. The water relations and irrigation requirements of coffee. *Experimental Agriculture*, v.37, p.1-36, 2001.
- Marin, F.R. et al. Construção e avaliação de psicrômetro aspirado de termopar. *Scientia Agricola*, v.58, n.4, p.839-844, 2001.
- Marin, F.R. et al. Solar radiation interception and its relation with transpiration in different coffee canopy layers. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.11, n.1, p.1-16, 2003.
- Marin, F.R. Evapotranspiração e transpiração máxima em cafezal adensado. Piracicaba, 2003. 118p. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP.
- Marin, F.R. et al. Evapotranspiration and irrigation requirements of a coffee plantation in Southern Brazil. *Experimental Agriculture*, v.41, n.2, p.1-11, 2005.
- Righi, E.Z. Balanço de energia e evapotranspiração de cafezal adensado em crescimento sob irrigação localizada. Piracicaba, 2004, 151p. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP.