

# DETERMINAÇÃO DO SALDO DE RADIAÇÃO DE RENQUE DE CAFEIROS EM PLANTIO SEMI-ADENSADO<sup>1</sup>

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

## INTRODUÇÃO

O saldo de radiação  $R_n$  é uma variável determinante da evapotranspiração e da fotossíntese. Com o incremento dos estudos da partição da evapotranspiração em transpiração e evaporação de culturas perenes "descontínuas", como pomares, vinhedos e cafezais, tem-se procurado determinar  $R_n$  não somente o fluxo total de vapor de toda a cobertura (evapotranspiração) mas, também, da copa das árvores (transpiração), dependente de  $R_n$ . Nesse caso,  $R_n$  depende da geometria da copa, sendo um fator que introduz dificuldade de medida. Além disso, os valores de  $R_n$  da copa são dependentes da área foliar, também de difícil determinação, principalmente em grandes árvores, e da geometria de plantio (espaçamento, direção das linhas).

Poucos são os trabalhos envolvendo técnicas de medida direta do saldo de radiação de copas de árvores ou de renques de plantas. THORPE (1978) utilizou 8 saldo-radiômetros lineares fixos orientados ao longo da linha de plantio em pomar de macieira, de modo a medir a componente do saldo de radiação perpendicular a um cilindro horizontal imaginário englobando cerca de 1 m de renque. McNAUGHTON et al. (1992) utilizaram um sistema giratório em torno de uma árvore de *Robinia pseudoacacia*, com 8 saldo-radiômetros varrendo a copa em uma geometria esférica que permitia a integração espacial e temporal do saldo de radiação da árvore. Essa técnica posteriormente foi utilizada por GREEN (1993) em ameixeira e por ANGELOCCI e VILLA NOVA (1999) em lima ácida.

As dificuldades de medida da absorção de radiação de copas ou renques de árvores tem levado ao desenvolvimento de modelos de interceptação da radiação solar por pomares e vinhedos (exs.: CHARLES-EDWARDS e THORPE, 1976; RIOU et al., 1989). Entretanto, para validar esses modelos, há necessidade de medidas diretas.

O presente estudo teve a finalidade de testar o uso da técnica de varredura da folhagem de um renque de cafezal semi-adensado, pelo uso de saldo-radiômetros movendo-se no sentido da linha de plantio e comparar essas medidas com saldo de radiação medido sobre gramado e com a radiação solar global.

## MATERIAL E MÉTODOS

O instrumental foi instalado em cafezal semi-adensado com 5 anos de idade, da variedade "Mundo Novo" enxertada sobre "Apuatã", com espaçamento de 1,0 m entre plantas e 2,5 m entre linhas orientadas no sentido SE-NW, em área da ESALQ, Piracicaba, SP (22°53' S; 47°30' W, 546m).

Usou-se um sistema móvel constituído por uma estrutura circular de alumínio (diâmetro de 2,6 m), na qual foram fixados 8 saldo-radiômetros REBS mod. Q7.1, a intervalos de 45°, com a placa sensora de cada um direcionada de modo a mirar o centro do círculo (Figura 1). Essa estrutura circular deslocava-se sobre dois trilhos de ferro, no sentido da linha de plantio, através de suporte deslizante sobre um dos trilhos, tracionado por corrente ligada a um motor elétrico de 0,75 HP. Através de reversão da rotação do motor, acionada por sistema de fotocélulas acopladas a uma central eletrônica de comando em uma extremidade e por um dispositivo de rosca sem fim noutra, era possível inverter o movimento do arco quando os sensores atingiam a extremidade dos trilhos, gerando um movimento contínuo de ida e volta com duração de 40 seg. (ida e volta). A distância percorrida (ida ou volta), era de 4,28 m (Figura 2).

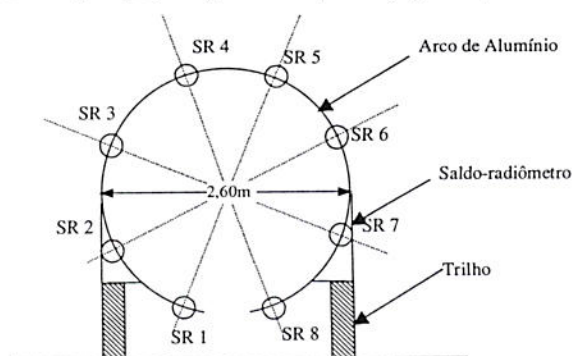


Figura 1. Disposição dos saldo-radiômetros (SR) no arco de alumínio.

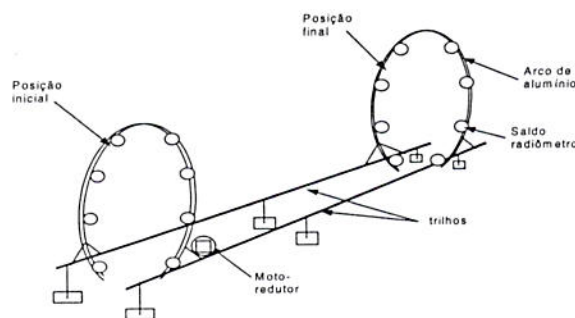


Figura 2. Esquema do sistema de móvel.

Na integração espaço-temporal do saldo de radiação da copa, considerou-se que os saldo-radiômetros amostravam áreas iguais da superfície lateral do cilindro sensor, de modo que o valor do

<sup>1</sup> Trabalho realizado com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

<sup>2</sup> Dr. Prof. LD, bolsista do CNPq e aluno do PPG em Física do Ambiente Agrícola, respectivamente, - Depto. de Ciências Exatas - ESALQ/USP, CP9, CEP 13418-900 - Piracicaba, SP. E-mail: [lrangelo@esalq.usp.br](mailto:lrangelo@esalq.usp.br).

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

<sup>4</sup> Dr. Prof., Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.



saldo de radiação instantâneo integrado por unidade de comprimento do renque (SR) é dado por:

$$SR = 1/8 \cdot (\sum_{i=1}^8 Rn_i) \cdot 2\pi \cdot r \cdot (L/L) = 1/8 \cdot (\sum Rn_i) \cdot 2\pi \cdot r.$$

sendo  $Rn_i$  o saldo de radiação ( $W m^{-2}$ ) do saldo-radiômetro  $i$ ,  $r$  o raio da base do cilindro e  $L$  o comprimento de deslocamento (4,28 m)

Um sistema de aquisição de dados Campbell mod. CR-10, movimentando-se junto com o sistema, fazia o registro dos sinais dos saldo-radiômetros, mantendo na memória a média de cada 15 minutos.

Os dados medidos de SR foram relacionados com os valores de um saldo-radiômetro REBS e de irradiância solar global (piranômetro Li-Cor) obtidos sobre gramado, na estação meteorológica da ESALQ/USP, instalada a 150 m distante do renque.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 mostra exemplo de variação temporal do saldo de radiação medido pelos sensores ao longo de um dia e a curva de variação do valor integrado para o comprimento de 4,28 m de renque.

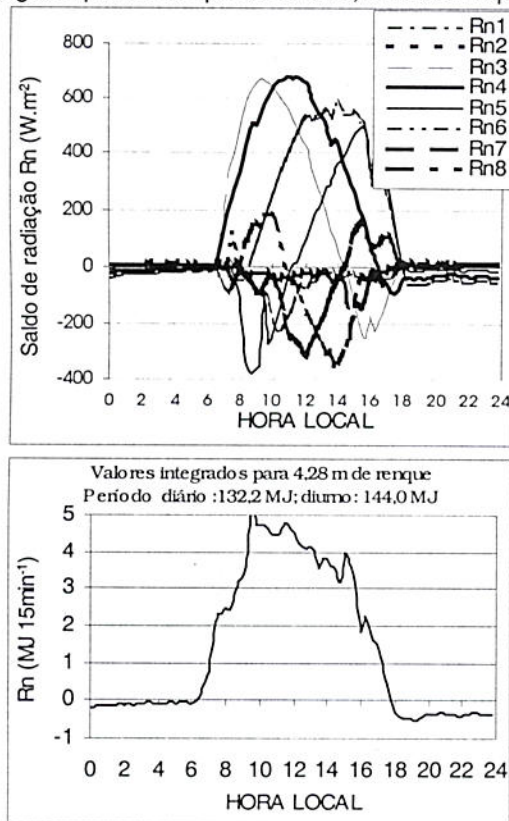


Figura 3. Acima: variação do saldo de radiação medido pelos sensores em cada posição; abaixo: variação do valor acumulado para 4,28 m de renque.

Verifica-se que nas condições de plantio, a metade superior da folhagem contribui com a grande parte para o Rn do renque, dado pelos saldo-radiômetros 3, 4, 5 e 6 (Figura 1), sendo importante notar o maior saldo no período da manhã nos SR 3 e 4

(voltados para E-SE), invertendo-se essa situação para os SR 5 e 6 (voltados para W-NW).

A tabela 1 mostra os valores integrados de Rn no renque e sobre gramado no período diurno, além da irradiância global  $R_g$ , para vários dias. Para comparação, eles foram integrados considerando-se Rn grama e  $R_g$  de uma área de terreno equivalente à ocupada pela cobertura de folhagem dos cafeeiros na distância medida-4,28 m (área equivalente: 11,16  $m^2$ ).

Tabela 1. Saldo de radiação diurno para 4,28 m de renque de café e para 11,16  $m^2$  de terreno (Rn grama e  $R_g$ ). São dados, também, o valor de irradiância global para essa área e as relações entre essas variáveis.

Dia do Ano	Rn Café (MJ)	Rn grama (MJ)	$R_g$ (MJ)	Rn renque	
				Rn grama	$R_g$
256	50,1	39,4	77,0	1,27	0,65
260	143,6	138,5	227,7	1,04	0,63
266	66,0	61,0	112,5	1,08	0,59
283	141,0	137,1	235,0	1,06	0,60
284	149,7	139,9	249,5	1,07	0,60
288	138,7	129,3	255,6	1,07	0,54
296	163,1	152,8	273,2	1,07	0,60
298	107,1	99,7	188,7	1,07	0,57

Embora não se tenha medidas comparativas por outro método, os valores de Rn renque foram coerentes com os dados (não mostrados) de transpiração dada pela medida do fluxo de seiva pelo método de balanço de calor. Os dados mostram, também, uma variação pequena das relações Rn renque/Rn grama e Rn renque/ $R_g$ , indicando a possibilidade de estimar o valor de Rn renque a partir de Rn grama e de  $R_g$ , mais fáceis de serem medidas. Essas relações são específicas para as condições de área foliar, de geometria da copa e de plantio observadas, mas indicam a possibilidade de se tentar a generalização da estimativa de Rn renque a partir das outras variáveis, via estudos mais aprofundados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELOCCI, L.R.; VILLA NOVA, N.A. Medida do saldo de energia radiante na copa de lima ácida 'Tahiti'. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Anais..., Florianópolis, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. (CD ROM).
- CHARLES-EDWARDS, D.A.; THORPE, M. R. Interception of diffuse and direct-beam radiation by a hedgerow apple orchard. *Annals of Botany*, v. 40, p. 603-613, 1976.
- GREEN, S.R. Radiation balance, transpiration and photosynthesis of an isolated tree. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 48, p. 251-261, 1989.
- McNAUGHTON, K. G.; GREEN, S. R.; BLACK, T.A.; TYNAM, B.R.; EDWARDS, W.R.N. Direct measurement of net radiation and photosynthetically active radiation absorbed by a single tree. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 62, p.87-10, 1992.
- RIOU, C.; VALANCOGNE, C.; PIERI, P. Um modèle simple d'interception du rayonnement solaire par la vigne-vérification expérimentale. *Agronomie*, v. 9, p. 441-450, 1989.
- THORPE, M. R. Net radiation and transpiration of apple trees in rows. *Agricultural Meteorology*, v. 19, p. 41-57, 1978.