

PROBLEMAS NA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE BALANÇO DE CALOR NAS DETERMINAÇÕES DE FLUXO DE SEIVA EM SERINGUEIRAS (*Hevea spp.*) E CAFEEIROS (*Coffea spp.*)

Ciro Abbud Righi, Aurenny M. P. Lunz, Edson R. Teramoto e Marcos Silveira Bernardes

ESALQ/USP/ Dept.º Produção Vegetal; Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 09; 13419-800, Piracicaba-São Paulo-Brasil.
E-mail: carighi@yahoo.com

As medições da transpiração de plantas são importantes na compreensão dos mecanismos e interações existentes no sistema solo-planta-atmosfera. Poucos são os estudos de fluxo de seiva em plantas tropicas utilizando métodos que permitam sua avaliação em campo e sob condições diversas, como os métodos térmicos. O emprego do método de balanço de calor em seringueiras e cafeeiros vem apresentando problemas como injúrias e a morte generalizada das plantas avaliadas. Outros métodos deveriam e necessitam ser testados, como o de Granier, de baixo custo de fabricação e de fácil utilização.

Palavras-chave: seringueira, cafeeiro, transpiração, fluxo de seiva, balanço de calor

Problems in the use of heat balance method in determining the sap flow of rubber trees (*Hevea spp.*) and coffee plants (*Coffea spp.*). Plant transpiration measurements are important to understand the soil-plant-atmosphere interactions. Few studies of sap flow have been done in tropical plants using methodologies that allow its field evaluation under diverse conditions such as the thermic methods. The use of the heat balance method on rubber and coffee plants has showed problems resulting in injury and general death of evaluated plants. Other methods of low cost and simple operation such as the Granier method, should be tested.

Key words: rubber trees, coffee, transpiration, sap flow, heat balance

A medida da transpiração constitui-se em um elemento essencial na compreensão da fisiologia das árvores e de sua dinâmica na transferência de água em comunidades florestais (Granier, 1985). Além disso, desempenha importante papel no balanço energético da planta com o meio e na absorção de dióxido de carbono para a fotossíntese (Angelocci, 2002).

A determinação do fluxo de seiva no xilema tem merecido grande atenção, principalmente em árvores, sendo sua medição em campo sempre difícil. Alguns métodos utilizam marcadores radioativos ou corantes, outros são baseados no fornecimento de calor e sua dissipação. Dentre estes últimos podemos utilizar uma das três técnicas já empregadas com sucesso na determinação dos fluxos de seiva: (1) Método do Pulso de Calor - medição da velocidade de dissipação de um pulso de calor fornecido ao caule ou ramo transportador de seiva (Huber, 1932; Huber e Schmidt, 1937); (2) Método do Balanço de Calor - balanceamento do calor dissipado em um certo volume de caule ou ramo através do fluxo contínuo e constante de calor (Sakuratani, 1981; Valancogne e Nasr, 1989; Weibel e Vos, 1994) e; (3) Método da Sonda de Calor ou Método de Granier – medição da dissipação do calor aplicado internamente ao tronco por meio de sondas (Granier, 1985; 1987).

Com a finalidade de verificar e comparar os fluxos de seiva de árvores adultas de seringueiras (*Hevea spp.* - cultivar PB 235) com 12 anos de idade, e de cafeeiros (*Coffea spp.* cultivar Obatã) de um ano e meio de idade sob diferentes condições de cultivo, foi realizado um experimento em Piracicaba - SP (22°42'30" S, 47°38'00" O) na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP. As seringueiras nunca haviam sido sangradas. Neste experimento foi empregado o método de balanço de calor na estimativa dos fluxos de seiva. O método baseia-se na aplicação de calor em um segmento de tronco, medindo-se suas perdas por condução axial (para cima e para baixo) e radial (assume-se uma constante para o fluxo de energia que migra ao interior da planta em função de sua constituição) e a variação da energia térmica armazenada. O fluxo de seiva é portanto determinado pelo balanceamento dessas perdas e a potência aplicada (Marin et al., 2002). Esse método é talvez o mais utilizado, possivelmente por não necessitar de calibração (Angelocci & Valancogne, 1993). No Brasil, tal método foi utilizado com sucesso por Trejo-chadia, (1997); Marin et al. (2002) e Coelho Filho (2002) em tomateiro, limoeiro e plantas de milho. Não há registros na literatura de sua utilização em seringueiras.

Os sensores de fluxo de seiva modelo SGA 150 – WS (Dynamax Inc., Houston, TX) foram construídos sob encomenda do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", de modo

que ocorresse um ajuste destes com os troncos das seringueiras o mais próximo do ideal. Para os cafeeiros utilizou-se os sensores modelos SGA 10 e SGB 25. Os dados obtidos foram registrados em um sistema de aquisição de dados modelo CR10X (Campbell Scientific Ltd.). Em ambas as culturas, após a determinação da seção de tronco a ser utilizada, procedeu-se à raspagem leve e superficial destes com o emprego de uma lixa de textura fina para uniformizar a área. De acordo com as instruções contidas no Manual de Instalação e Operação do fabricante, aplicou-se uma fina camada de pasta condutora de calor (*electrical insulating compound – G4 Dow Corning Corporation, Midland, MI*) a base de silicone tanto no tronco como no interior do sensor com a finalidade de aumentar a superfície de contato. Procedeu-se a instalação do sensor, que teve suas extremidades vedadas para evitar a entrada de água e sua cobertura com estrutura refletiva própria. Os sensores permaneceram ligados às plantas por não mais de 10 dias, sendo imediatamente retirados. O intervalo entre as sucessivas medições foi de pelo menos um mês.

As árvores de seringueira, logo após a primeira medição, apresentaram intensa exudação de látex com escorrimento pelo tronco na área onde os sensores foram instalados. Também ocorreu destacamento de sua casca em vários pontos formando protuberâncias de tamanhos variáveis (figura 1 a e b). Ao retirar-se essa camada superficial pôde-se observar o lenho já sendo atacado por fungos oportunistas. Ocorreram brotações generalizadas abaixo da linha de instalação dos sensores, indicando claramente um efeito de anelamento do tronco (figuras 2 e 3). Mesmo diminuindo-se o tempo de amostragem para 3 a 5 dias com os sensores ligados em sua mínima voltagem permitida pelo fabricante, as novas árvores avaliadas também apresentaram os mesmos sintomas.

Durante uma chuva mediana, após cerca de 10 meses da realização das primeiras medidas, uma das seringueiras avaliadas teve seu tronco partido horizontalmente na exata posição de instalação dos referidos sensores. Pôde-se observar uma pequena área, com cerca de ¼ do perímetro do tronco, ainda ativa no transporte de seiva. Note-se que todas as árvores ainda estavam vivas e enfolhadas.

Todos os cafeeiros avaliados morreram excetuando-se os que permaneceram com os instrumentos ligados por apenas 3 dias consecutivos. As plantas, após poucos dias das medições, apresentaram amarelecimento generalizado de suas folhas e terminaram secando por completo em menos de 15 dias.

Wiltshire et al. (1995) também observou o anelamento, brotações generalizadas e a morte de plantas (*Fraxinus excelsior*) atribuindo tal efeito à pasta condutora de calor que aparentemente limitou a respiração do cambium. Há ainda dúvidas se os danos às plantas devem-se ao calor

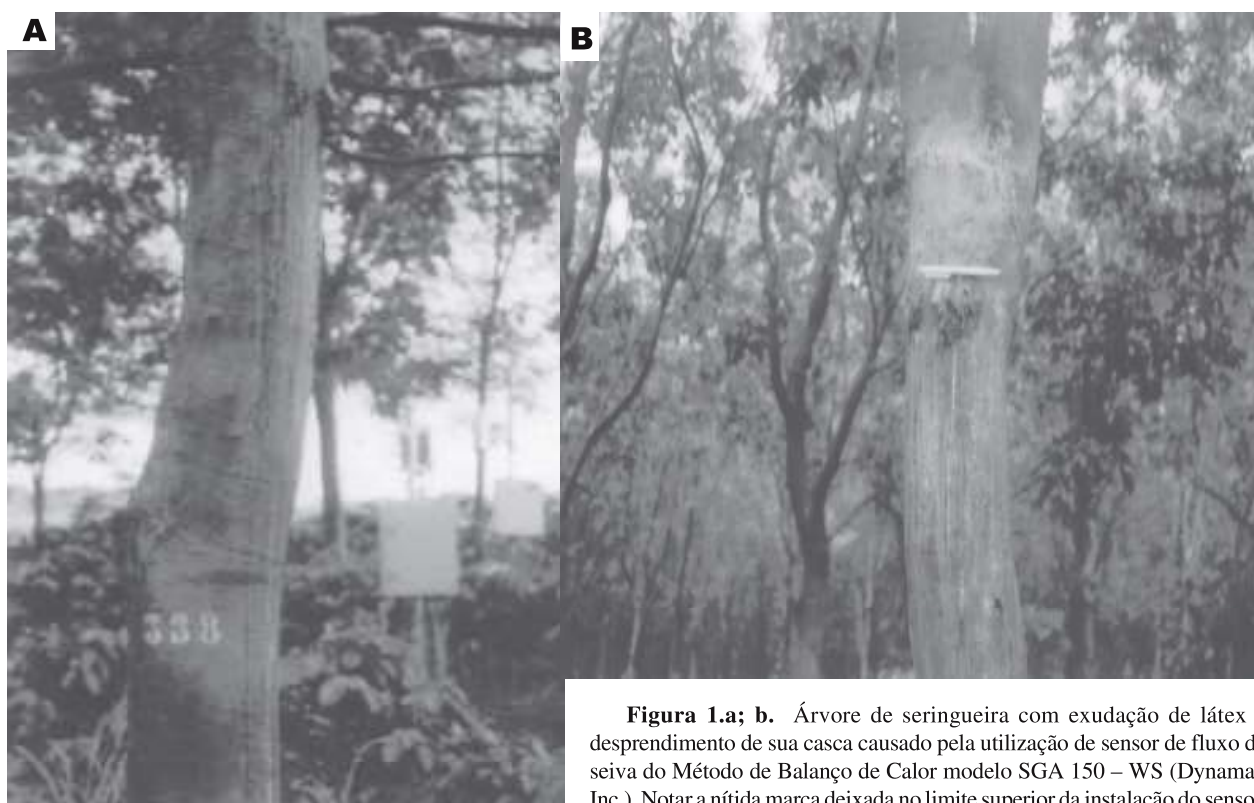


Figura 2. Desprendimento da casca da seringueira devido ao uso de sensor de fluxo de seiva do Método de Balanço de Calor modelo SGA 150 – WS (Dynamax Inc.), evidenciando o aparecimento de fungos oportunistas.

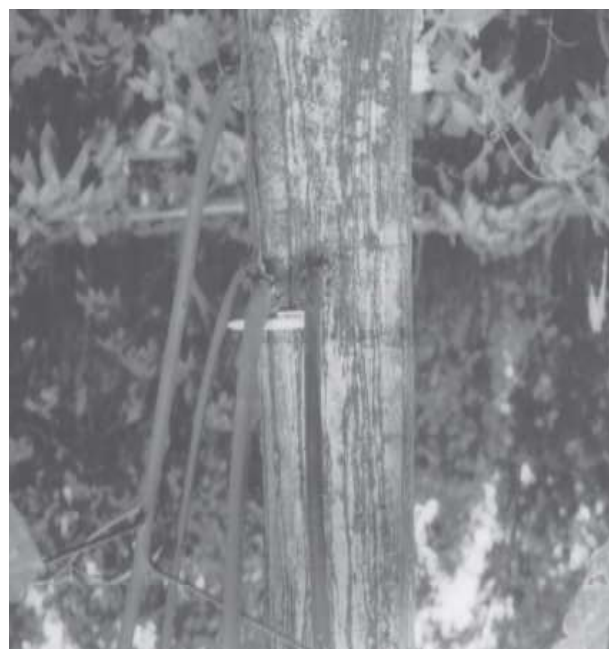


Figura 3. Brotação abaixo do local de instalação dos sensores de fluxo de seiva do Método de Balanço de Calor modelo SGA 150 – WS (Dynamax Inc.), evidenciando um efeito de anelamento nas árvores.

gerado pelos sensores ou ao uso da pasta ou à ambos.

O fluxo de seiva em árvores de grande porte é ainda muito pouco estudado e mensurado através do uso de sensores desse tipo, dado ao seu elevado custo e mão de obra, e por apresentar inconvenientes quanto ao limitado tempo que pode permanecer no campo, dificuldades de ajuste desses aos troncos e problemas em seu isolamento térmico. Há portanto carência de maiores informações e resultados práticos.

Outros métodos de determinação podem ser utilizados e precisam ser testados sob diversas condições. O Método de Granier (figura 4) (Granier, 1985; 1987) vem sendo testado pelos autores neste mesmo experimento em substituição ao método anteriormente citado. Dentre as principais vantagens desse método podemos salientar: (1) pode permanecer nas plantas avaliadas por tempo prolongado (2) demandando pouca mão-de-obra; (3) pode ser construído facilmente com o uso de agulhas de injeção e termopares, (4) sendo portanto de baixíssimo custo além de (5) necessitar de apenas um canal no sistema de aquisição de dados.



Figura 4. Visualização do sensor de fluxo de seiva do método da Sonda de Calor – Método de Granier de construção própria em seringueira do experimento.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro durante a elaboração deste trabalho.

Literatura Citada

- ANGELOCCI, L. R. 2002. Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico. Piracicaba. 272p.
- ANGELOCCI, L.R.; VALANCOGNE, C. 1993. Leaf area and water flux in apple trees. *Journal of Horticultural Science* 68(2): 299-307.
- COELHO FILHO, M. A. 2002. Determinação da transpiração máxima em um pomar jovem de lima ácida 'Thaïti' (*Citrus latifolia* Tan.) e sua relação com a evapotranspiração de referência. Tese Doutorado. Piracicaba, ESALQ. 91p.
- GRANIER, A. 1985. Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. *Annales des Sciences Forestières* 42(2): 193-200.
- GRANIER, A. 1987. Mesure du flux de sève brute dans le tronc du douglas par une nouvelle méthode thermique. *Annales des Sciences Forestières* 44(1): 1-14.
- HUBER, B. 1932. Beobachtung und messung pflanzlicher saftströme. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 50: 89-109.
- HUBER, B.; SCHMIDT, E. 1937. Eine kompensationsmethode sur thermoelektrischen messung langsamer stromstrom. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 55: 514-529.
- MARIN, F. R. et al. 2002. Balanço de energia e consumo hídrico em pomar de lima ácida 'Thaïti'. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 17(2): 219-228.
- SAKURATANI, T. A. 1981. Heat balance method for measuring water flux in the stem of intact plants. *Journal of Agricultural Meteorology* 37: 9-17.
- TREJO-CHADIA, J. E. 1997. Avaliação do método de balanço de calor na estimativa da transpiração em tomateiros, plantas de milho e mudas de limoeiro. Tese Doutorado. Piracicaba, ESALQ. 75p.
- VALANCOGNE, C.; NASR, Z. 1989. Une methode de mesure du débit de sève brute dans des petits arbres par bilan de chaleur. *Agronomie* 9: 609 - 617.
- WEIBEL, F.P.; VOS, J.A. de. 1994. Transpiration measurements in apple trees: an improved stem balance heat method. *Plant and Soil* 166: 203-217.
- WILTSHIRE, J. J. J.; WRIGHT, C. J.; COLLS, J. J.; UNSWORTH, M. H. 1995. Effects of heat balance stem-flow gauges and associated silicone compound on ash trees, *Agricultural and Forest Meteorology* 73: 135-142.