

## VELOCIDADE E FLUXO DE SEIVA EM *Ceiba pentandra* (MALVACEAE)

Joanne Kelly da Silva SANTOS<sup>1</sup>

Saul A. ANTEZANA-VERA<sup>2</sup>

Ricardo A. MARENCO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolsista Iniciação Científica INPA-PIBIC/CNPq;

<sup>2</sup>Aluno de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Botânica-INPA);

<sup>3</sup>Orientador CDAM/INPA

### INTRODUÇÃO

A Amazônia possui um importante papel na ciclagem de carbono global (Doughty *et al.* 2015; Phillips *et al.* 2009) e no balanço hídrico regional. Estima-se que, aproximadamente 50% da precipitação da região derivam da água reciclada na própria bacia Amazônica. Adicionalmente, a água influencia o comportamento fisiológico das plantas de diversas formas (Larcher 2003).

Nas plantas a maior parte da água absorvida é perdida pela transpiração (evaporação da água a partir da superfície da planta) (Reichardt e Timm 2004). Essa perda ocorre, principalmente, através dos estômatos, ou transpiração estomática, pelos quais passam mais de 90% do CO<sub>2</sub> e de água transpirada. A outra parte (<10%) da água pode ser perdida diretamente através da cutícula da epiderme (transpiração cuticular), ou pela periderme (transpiração peridérmica) (Marenco e Lopes 2009).

O suprimento de água para as plantas resulta de interações que se estabelecem ao longo do sistema solo-planta-atmosfera, por exemplo, à medida que a umidade do ar diminui, a capacidade evaporativa da atmosfera aumenta o que pode levar a maiores taxas de transpiração, mesmo quando o poro estomático tende a fechar em condições de alto déficit de pressão (Daí *et al.* 1992). Nos horários de alta demanda, especialmente as árvores de grande porte passam a utilizar água previamente armazenada em seus troncos, como forma de atender a demanda evaporativa da atmosfera (Chapotin *et al.* 2006). Assim, as influências recíprocas entre esses componentes (solo-planta-atmosfera), tornam o sistema dinâmico e fortemente interligado, de tal forma que a condição hídrica da planta dependerá sempre da combinação desses três segmentos (Stroock *et al.* 2014; Willems 2014).

Relações hídricas pertencem aos mais importantes processos fisiológicos nas plantas, visto que a água limita muitas vezes o crescimento (Larcher 2003). Medições de fluxo de seiva em árvores fornecem informações valiosas para a análise do balanço hídrico (Nadezhdina *et al.* 2012). Uma forma para quantificar a transpiração é medindo-se o fluxo de seiva (Valancogne e Nasr 1993), dividido pela área foliar da árvore, sendo o fluxo de seiva somatório da quantidade de água que flui pelo tronco da árvore por unidade de tempo (Granier e Bréda 1996). Há pouca informação para espécies tropicais quanto a esta relação, o que justifica o estudo deste trabalho. A espécie utilizada foi *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn da Família Malvaceae, uma árvore de alto valor econômico, utilizada na confecção de caixas e caixotes para embalagens e brinquedos, na indústria de palitos de fósforos e principalmente, na fabricação de celulose (Chichignoud *et al.* 1990). O objetivo desta pesquisa foi mensurar a variação do fluxo de seiva em uma espécie florestal em duas estações do ano.

### MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) Campus III, Manaus, AM. As medições do fluxo de seiva foram coletadas em duas épocas do ano (época menos chuvosa julho e agosto, e época chuvosa fevereiro e março). Para o experimento, foram utilizadas três árvores adultas com altura média de 27

metros e diâmetro médio a altura do peito (DAP) de 44 cm. A espécie utilizada foi *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (Família Malvaceae), em uma espécie florestal, em três indivíduos adultos (árvores de 20-25 m).

Os dados climáticos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) sendo disponíveis no site (<http://www.inmet.gov.br/portal/>).

O fluxo de seiva foi mensurado utilizando duas sondas de dissipação de calor (SFM1, ICT International, Austrália) inseridas a uma profundidade de 35 mm e separadas uma da outra uma distância de 5 mm. A voltagem utilizada foi (12 V) para gerar os pulsos de calor. A velocidade de fluxo de seiva ( $V_s$ ) foi determinada utilizando os valores de velocidade de pulso de calor ( $V_c$ ). Utilizou-se a equação de Barrett *et al.*(1995) para gerar os valores de  $V_s$  a partir dos valores de  $V_c$  e das características da madeira, conforme a seguir:

$$V_s = \frac{V_c \rho_b (c_w + m_c c_s)}{\rho_s c_s}$$

Em que:  $\rho_b$  representa a densidade básica da madeira (peso seco/volume fresco);  $c_w$  e  $c_s$  correspondem a capacidade de calor específico da madeira (1200 J kg<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup> a 20 °C) e da seiva do xilema (considerando água como principal componente da seiva, 4182 J kg<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup> a 20 °C), respectivamente;  $m_c$  é o teor de água do alburno;  $\rho_s$  é a densidade da água. O fluxo de seiva foi obtido a partir dos valores de  $V_s$  e da área de alburno (parte do tronco da árvore envolvida no transporte de água). Fluxo de seiva (cm<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>) =  $V_s \times A_{\text{alburno}}$ , sendo a velocidade em cm/hr e área em cm<sup>2</sup>, sendo que 1 cm<sup>3</sup> = 1 mL.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período do experimento, os valores da velocidade e o fluxo de seiva variaram ao longo do dia, conforme mostrado na Figura 1 para a época seca, para uma das árvores utilizadas no experimento.

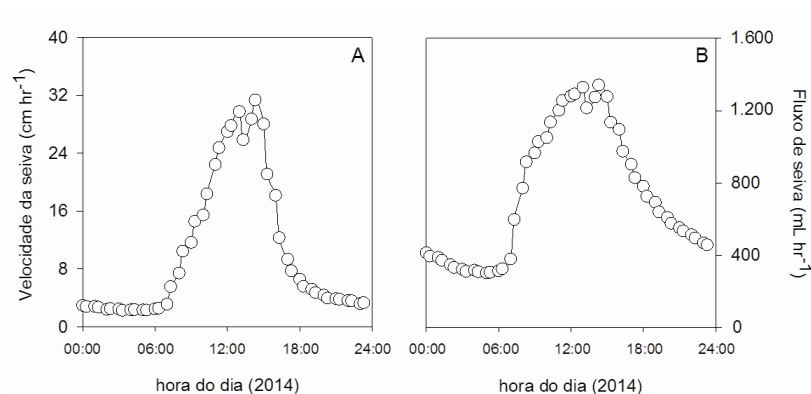


Figura 1. Variação diária da velocidade da seiva (A), fluxo de seiva (B) no período de menor precipitação (época seca), com uma radiação solar máxima de 875 W m<sup>2</sup> ao meio dia, em *C. Pentandra*. O gráfico corresponde aos dados de uma árvore com diâmetro de 14,6 cm. Os dados foram coletados em dia ensolarado no Campus do INPA-III.

Na época chuvosa observou-se a mesma variação diurna, já relatada para a época seca (Figura 2). Porém, na época chuvosa tanto a velocidade de seiva como o fluxo atingiram valores próximo de zero no período noturno.

Observando-se que na época seca (dias com maior radiação solar) tiveram os maiores valores de fluxo noturno. No caso da árvore mostrada na Figura 1, o fluxo noturno foi de 300-400 mL/hr. Nessa mesma árvore, na época

chuvosa, o fluxo noturno foi próximo de zero (Figura 2). Observa-se ainda que durante o dia, nos horários que houve precipitação ocorreu queda drástica na velocidade e no fluxo (indicado por seta na Figura 2).

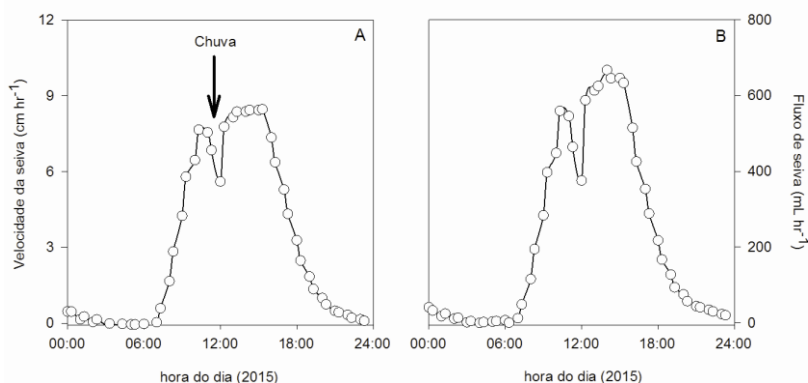


Figura 2. Variação diária da velocidade da seiva (A), fluxo de seiva (B) na época de maior precipitação (época chuvosa), com chuva acumulada diária de 13 mm e uma radiação solar (dia 62, juliano) máxima de 523,6 W m<sup>2</sup> as 11 horas, em *C. Pentandra* com diâmetro (DAP) e altura média de 14,64 cm. Os dados foram coletados em dias nublados no Campus do INPA-III.

Tabela 1. Valores máximos do fluxo de seiva e velocidade de seiva, diâmetro das árvores a altura do peito (DAP). Dados coletados no Campus do INPA-III. Dados de radiação solar máxima e precipitação, coletados no mês de julho/2014 (época seca) e fevereiro/2015 (época chuvosa), obtidos do site INMET, disponíveis em (<http://www.inmet.gov.br/portal/>).

Época do ano	Velocidade da seiva (cm hr <sup>-1</sup> )	Fluxo de seiva (mL hr <sup>-1</sup> )	DAP (cm)	Radiação solar (Wm <sup>2</sup> )	Chuva mensal (mm)
Época seca (Julho)				1.015,0	40
Árvore 1	10,88	4.046,0	43,93		
Árvore 2	5,37	6.099,0	74,48		
Árvore 3	31,39	1.537,0	14,64		
Media	15,88	3.894,0	44,35		
Época chuvosa (Fevereiro)				936,0	170
Árvore 1	14,59	5.423,0	43,93		
Árvore 2	14,13	16.032,0	74,48		
Árvore 3	19,57	800,0	14,64		
	16,09	7.418,0	44,35		

Os comportamentos e valores observados neste estudo confirmam os resultados de outros trabalhos (Andrade *et al.* 1998; Costa *et al.* 2007). Os valores obtidos de fluxos para *C. pentandra* são concordantes com outras espécies tropicais da Amazônia (Dünisch *et al.* 2002; Fisher *et al.* 2006). Não foi observado uma clara diferença entre as velocidade de seiva ao longo das épocas do ano. O diâmetro do tronco das arvores pode ter influenciado nesse resultado. Já a media do fluxo foi maior na época chuvosa, pela maior contribuição da árvore de maior diâmetro (Tabela 1). Fluxo noturno ascendente pode indicar duas coisas: (1) transpiração noturna ou (2) fluxo de seiva para

recarga da água dos tecidos e estruturas de armazenamento de água, principalmente no tronco e galhos grossos da árvore.

## CONCLUSÃO

Foi observado que a velocidade e o fluxo de seiva tem variação diurna, independente da época do ano. Isso mostra que a transpiração da planta segue o padrão da variação da radiação solar durante o dia. O maior fluxo noturno na época seca pode indicar possível armazenamento da água no tronco no período mais seco do ano.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, J.L.; Meinzer, F.C.; Goldstein, G.; Holbrook, N.M.; Cavelier, J.; Jackson, P.; Silvera, K. 1998. Regulation of water flux through trunks, branches, and leaves in trees of a lowland tropical forest. *Oecologia*, 115: 463-471.
- Barrett, D.J.; Hatton T.J.; Ash J.E.; M.C., Ball. 1995. Evaluation of the heat pulse velocity technique for measurement of sap flow in rainforest and eucalypt forest species of south-eastern Australia. *Plant, Cell and Environment*, 18: 463-469.
- Chapotin, S.M.; Razanameharizaka, J.H.; Holbrook, N.M. 2006. Water relations of baobab trees (*Adansonia* spp. L.) during the rainy season: does stem water buffer daily water deficits? *Plant Cell and Environment*, 29: 1021-1032.
- Chichignoud, M.; Deon, G.; Detienne, P.; Parant, B.; Vantomme, P. 1990. Atlas de madeiras tropicales de América Latina. Yokohama, Nogent-sur-Marne: Organización Internacional de las Maderas Tropicales / *Centre Technique Forestier Tropical*, 217.
- da Costa, R.F.; da Silva, V.D.P.; Ruivo, M.L.; Meir, P.; Costa, A.C.; Malhi, Y.S.; Grace, J. 2007. Transpiração em espécie de grande porte na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 11: 180-189.
- Dai, Z.; Edwards, G.E.; Ku, M.S. 1992. Control of photosynthesis and stomatal conductance in *Ricinus communis* L. (castor bean) by leaf to air vapor pressure deficit. *Plant Physiology*, 99: 1426-1434.
- Doughty, C.E.; Metcalfe, D.B.; Girardin, C.A.J.; Amézquita, F.F.; Cabrera, D.G.; Huasco, W.H.; Malhi, Y. 2015. Drought impact on forest carbon dynamics and fluxes in Amazonia. *Nature*, 519: 78-82.
- Dünisch, O.; Morais, R.R. 2002. Regulation of xylem sap flow in an evergreen, a semi-deciduous, and a deciduous Meliaceae species from the Amazon. *Trees*, 16: 404-416.
- Fisher, R.A.; Williams, M. do V.; Lobo, R.; da Costa, A.L.; Meir, P. 2006. Evidence from Amazonian forests is consistent with isohydric control of leaf water potential. *Plant, Cell & Environment*, 29: 151-165.
- Granier, A.; Bréda, N. 1996. Modeling canopy conductance and stand transpiration of an oak forest from sap flow measurements. *Annales des Sciences Forestières*, 53(1): 537-546.
- INMET 2015 Estações automáticas: gráficos. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/porta/linde/x.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_auto\\_graf](http://www.inmet.gov.br/porta/linde/x.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf)>. Acessado em: 30/05/ 2015.
- Larcher, W. 2003. Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups. Springer. São Carlos, RiMa, 532pp.
- Marengo, R.A.; Lopes, N.F. 2009. Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 3ªed. Editora UFV, Viçosa. 486pp.
- Marengo, R.A.; Antezana-Vera, S.A.; Gouvêa, P.R.S.; Camargo, M.A.B.; Oliveira, M.F.; Santos, J.K.S. 2014. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. *Revista Ceres*, 61: 786-799.

- Nadezhdina, N.; Vandegehuchte, M.W.; Steppe, K. 2012. Sap flux density measurements based on the heat field deformation method. *Trees*, 26: 1439-1448.
- Phillips, O.L.; Aragao, L.; Lewis, S.L.; Fisher, J.B.; Lloyd, J.; *et al.* 2009. Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science*, 323: 1344-1347.
- Reichardt, K.; Timm, L.C. 2004. *Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações*. Barueri: Manole. 478pp.
- Stroock, A. D.; Pagay, V.V.; Zwieniecki, M.A.; Holbrook, M.N. 2014. The physicochemical hydrodynamics of vascular plants. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 46: 615-642.
- Valancogne, C.; Nasr, Z. 1993. A heat balance method for measuring sap flow in small trees. *In: Borghetti, M.; Grace, J.; Raschi, A. Water transport in plants under climatic stress*. Cambridge: Cambridge University Press. 166-173.
- Willems, W. 2014. Hydrostatic pressure and temperature dependence of wood moisture sorption isotherms. *Wood science and technology*, 48: 483-498.