

## COEFICIENTE DE DESACOPLAMENTO EM PLANTIOS JOVENS DE EUCALIPTO

*Rogério Lessa de Castro Carneiro<sup>1</sup>, Aristides Ribeiro<sup>2</sup>, Carlos Alberto Martinez<sup>3</sup>,  
Fernando Palha Leite<sup>4</sup>.*

**RESUMO** - Objetivando verificar o controle da vegetação nas trocas gasosas entre dossel e atmosfera, em plantios de eucalipto, foi conduzido um experimento com clones de híbridos (*E. grandis* x *E. urophylla*), na região de Belo Oriente-MG, situado a 19°18'23" S, 42°22'46" W e 220 m de altitude, para determinar o coeficiente de desacoplamento proposto por Jarvis e McNaughton (1986). Realizaram-se medições de resistência estomática e das variáveis meteorológicas para o cálculo da resistência aerodinâmica, em uma torre de 25 metros de altura. Conclui-se que o processo transpirativo em plantios jovens de eucalipto é mais dependente do controle vegetal e condições aerodinâmicas do que da disponibilidade de energia, uma vez que, na maior parte do tempo os valores do coeficiente de desacoplamento foram inferiores a 0,5. Nas primeiras horas do dia, verifica-se um maior controle da disponibilidade de energia no processo de transpiração.

### THE DECOUPLING COEFFICIENT IN YOUNG EUCALYPTUS PLANTINGS

**SUMMARY** – Aiming to verify the control of the vegetation on the gaseous exchanges between the canopy and atmosphere, an experiment was carried out with clones of eucalyptus (*E. grandis* x *E. urophylla*), in Belo Oriente region-MG located at 19°18'23" S, 42°22'46" W and 220 m altitude, in order to determine the decoupling coefficient proposed by Jarvis and McNaughton (1986). The measurements of the stomatal resistance and meteorological variables were taken, by using 25m-high tower for calculating the aerodynamic resistance. It is concluded that the transpiration process in young eucalyptus plantings is more dependent on the vegetable control and aerodynamic conditions than on the energy availability, since most times the values of the decoupling coefficient were lower than 0.5. At the first hours of the day a higher control is verified on the availability of energy in the transpiration process.

Palavras chave: coeficiente de desacoplamento, trocas gasosas, resistência estomática.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CPTEC-INPE, (12) 31868400. E.mail: carneiro@cptec.inpe.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa, DEA-UFV, (31) 38991906( E.mail : ribeiro@ufv.br

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo, Dep. de Biologia, FFCLRP, (16) 602-3648, Email: carlosamh@ffclrp.usp.br

<sup>4</sup> Celulose Nipo Brasileira (CENIBRA), Belo Oriente-MG: fernando.leite@cenibra.com.br

## INTRODUÇÃO

Atualmente devido à preocupação com a preservação dos recursos hídricos, tem-se dado destaque ao estudo de espécies florestais de crescimento rápido. O conhecimento das interações que ocorrem entre os fatores ambientais e as trocas gasosas no dossel, em florestas plantadas, tem aumentado substancialmente durante as duas últimas décadas (Whithead & Hinckley, 1991; Kaufmann & Linder, 1996; Mielke *et al.*, 1999; Gao, 2000; Soares & Almeida, 2001). Uma questão importante diz respeito ao grau de controle que o fechamento dos estômatos exerce sobre o processo de transpiração, Jarvis e McNaughton (1986) propuseram um coeficiente denominado fator de desacoplamento, que seria a medida do desacoplamento entre a superfície evaporante e a atmosfera suprajacente. É também a medida da similaridade entre o déficit de saturação à superfície evaporante e o déficit de saturação da atmosfera suprajacente. Em resumo, este fator é uma medida do grau de controle, que a vegetação exerce sobre o processo de transpiração (Lima, 1996). Este estudo objetivou a quantificação da variação diária do coeficiente de desacoplamento, proposto por Jarvis e McNaughton (1986 em plantios jovens de eucalipto, na Bacia do Rio Doce, município de Belo Oriente-MG).

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Belo Oriente, Estado de Minas Gerais, esta situado a 19°18'23" S, 42°22'46" W e 220 m de altitude. A região possui clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, temperado chuvoso-mesotérmico, com precipitação média anual de 1.163 mm, temperatura média anual de 25,2°C, média das temperaturas máximas de 31,5°C, médias das temperaturas mínimas de 19,1°C e umidade relativa média de 65,2%. O estudo foi conduzido no período de 06/04/2003 a 15/04/2003 em povoamentos clonais (híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*), com 14 meses de idade, altura média de 13,2 m, índice área foliar 2,6 m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup>, cultivados com espaçamento 3x3 m em uma região onde o solo predominante é classificado como Neossolo Flúvico.

Para obtenção da resistência estomática para o vapor de água, utilizou-se um porômetro de difusão AP4 (Delta T, Cambridge, England). Para coleta das variáveis fisiológicas e meteorológicas uma torre de 25 metros de altura foi instalada no centro de quatro árvores, possibilitando acesso a todo dossel vegetativo.

Para as medições o dossel vegetativo de cada árvore foi dividido em duas partes, sendo uma superior e a outra inferior. No início, as leituras eram realizadas primeiramente na

camada inferior, amostrando-se uma folha de cada árvore por vez. Terminadas as quatro leituras, esse mesmo procedimento foi realizado na parte superior do dossel. O procedimento foi repetido por mais duas vezes. Todo esse processo foi realizado a cada 30 minutos. Dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados no nível médio do dossel, utilizando um sensor HMP45C (Vaisala, Helsinki, Finland) e anemômetro 03101-5 (Campbell Scientific Instruments, Logan, Utah, USA) para medir a velocidade do vento no topo da torre. Os dados foram coletados em intervalos de um segundo, sendo as médias armazenadas a cada dez minutos, ininterruptamente, em um datalogger Campbell CR10X (Campbell Scientific Instruments, Logan, Utah, USA).

Para melhor compreensão dos fatores que controlam as trocas de vapor de água entre o dossel vegetativo dos eucaliptos jovens e a atmosfera, foi calculado o fator de desacoplamento, proposto por Jarvis e McNaughton (1986) (Equação 1), que expressa o grau de controle desses fatores no processo de transpiração.

$$\Omega = \frac{s / \gamma + 1}{s / \gamma + 1 + r_s / r_a} \quad (1)$$

onde, ( $\Omega$ ) é o fator de desacoplamento; ( $\gamma$ ) é a constante psicrométrica,  $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ; ( $s$ ) é a declividade da curva de pressão de saturação do ar a temperatura ( $t$ ),  $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ; ( $r_a$ ) é a resistência aerodinâmica,  $\text{s m}^{-1}$ ; e ( $r_s$ ) é a resistência estomática,  $\text{s m}^{-1}$ .

Logo, quando  $r_a$  é infinitamente pequena (vegetação perfeitamente acoplada com a atmosfera), ou a  $r_s$  é grande (estômatos fechados), o valor de  $\Omega$  tende a zero. Nessas condições, o déficit de pressão de vapor é o fator predominante no processo de transpiração, sendo que a vegetação pode exercer um controle efetivo sobre o fenômeno. Por outro lado, quando a  $r_a$  é grande (vegetação isolada aerodinamicamente da atmosfera) ou a  $r_s$  é mínima (condição hipotética de ausência de resistência estomática), o valor de  $\Omega$  tende a um. Nestas condições, a evaporação é predominantemente governada pela radiação líquida, e a vegetação não exerce nenhum controle sobre a transpiração (Jarvis & McNaughton, 1986; Martin, 1989).

A resistência aerodinâmica foi calculada empregando-se a equação (2) proposta por Brutsaert (1982):

$$r_a = \frac{\text{Ln}[(Z_m - d) / Z_{om}] \text{Ln}[(Z_e - d) / Z_{oe}]}{k^2 U_z} \quad (2)$$

em que,  $(r_a)$  é a resistência aerodinâmica,  $s\ m^{-1}$ ;  $(Z_m)$  é altura de medida de  $(U_z)$ , m;  $(Z_e)$  é a altura de medida da umidade do ar, m;  $(Z_{om})$  é o comprimento da rugosidade para o transporte de momentum,  $Z_{om} = 0,123hc$ , m;  $(Z_{oe})$  é o comprimento de rugosidade para o transporte de vapor e calor sensível,  $Z_{oe} = 0,1Z_{om}$ , m;  $(d)$  é o deslocamento do plano zero,  $d = 0,62hc$ , m;  $(U_z)$  é a velocidade do vento a altura  $z$ ,  $m\ s^{-1}$ ;  $(k)$  é a constante de von Karman  $\approx 0,4$ ; e  $(hc)$  é a altura da cultura, m. A declividade da curva de pressão de saturação foi calculada pela equação 3:

$$s = 4098 \left[ 0,6018 \exp\left(\frac{12,27t}{t + 237,3}\right) \right] / (t + 237,3)^2 \quad (3)$$

em que,  $(s)$  é a declividade da curva de pressão de saturação do ar a temperatura  $(t)$  °C.

A constante psicrométrica foi calculada pela equação 4:

$$\gamma = 0,665 * 10^{-3} P \quad (4)$$

em que,  $(\gamma)$  é a constante psicrométrica,  $kPa\ ^\circ C^{-1}$  e  $(P)$  é a pressão atmosférica, kPa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feita uma análise do fator de desacoplamento ( $\Omega$ ) das trocas de vapor de água entre a superfície e a atmosfera. Em geral, o processo transpiratório para plantios jovens de eucalipto é mais dependente do controle vegetal e condições aerodinâmicas do que da disponibilidade de energia, uma vez que, na maior parte do tempo, os valores de  $\Omega$  são inferiores a 0,5 (Fig. 1).

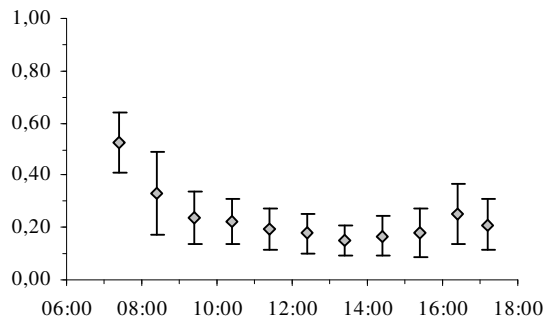


Figura 1. Média e respectivos desvios-padrão da variação, ao longo do dia, do coeficiente de desacoplamento.

Nas primeiras horas do dia, verifica-se um maior controle da disponibilidade de energia no processo de transpiração. Tal fato está relacionado à maior abertura dos estômatos no período e menor demanda atmosférica por vapor de água. Em outras palavras, nestes momentos do dia, a planta exerce um menor controle na perda de água, sendo que a maior umidade do ar faz com que o processo de transpiração seja mais dependente da energia para mudança de fase da água, portanto, verifica-se um maior desacoplamento da superfície no processo.

Com o passar das horas, o aumento da radiação solar e temperatura proporcionam um aumento do DPV, além de promover maior convecção térmica, causando aumento da velocidade do vento (Fig. 2). Paralelamente, a saturação luminosa associada à resposta a alta demanda atmosférica por vapor resulta em maior controle estomático no processo da transpiração, ou seja, verifica-se um maior acoplamento da superfície na transferência de vapor de água para a atmosfera.

Comparando a variação diurna do fator de desacoplamento em florestas tropicais e plantios de eucalipto, verifica-se um maior controle superficial na transpiração por parte do eucalipto. Este fato ocorre devido à alta umidade do ar em florestas tropicais, promovendo baixos valores de DPV. Portanto, uma menor demanda transpirativa e boa disponibilidade de água no solo, faz com que a disponibilidade energética seja o principal fator no controle da transpiração.

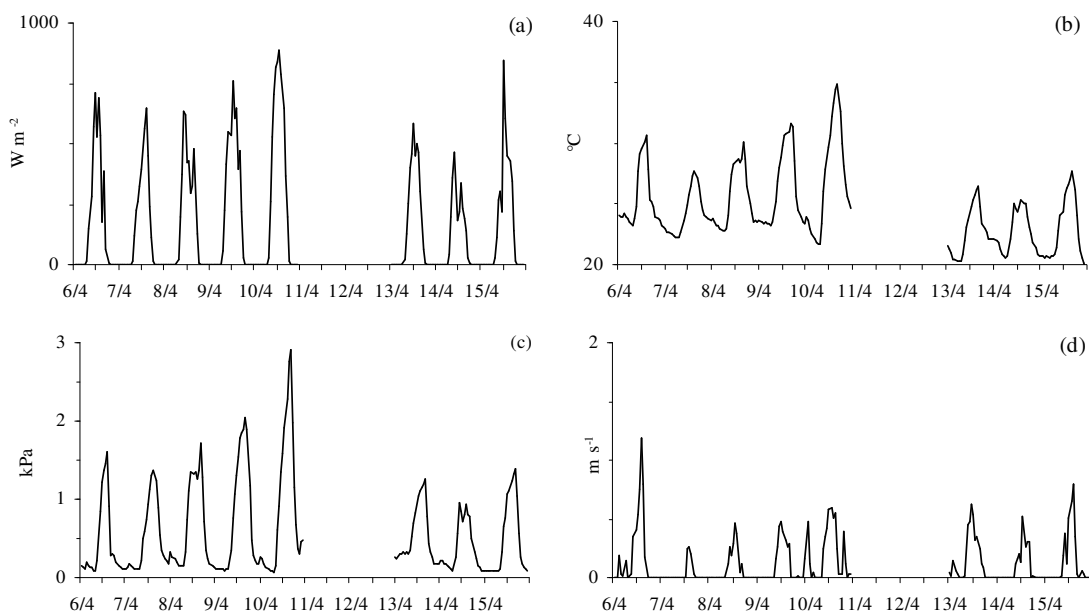


Figura 2. Marcha diária das variáveis meteorológicas irradiância solar (a), temperatura (b), déficit de pressão de vapor (c) e velocidade do vento (d) .

## CONCLUSÕES

Em geral, a transpiração de plantios jovens de eucalipto foi mais dependente do controle vegetal do que das condições atmosféricas (acoplamento dossel-atmosfera). Os momentos de abertura estomática apresentaram um menor acoplamento do dossel com a atmosfera (maior controle do fator energético) no processo de transpiração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUTSAERT, W. **Evaporation into the atmosphere**. London, D. Reidel Pub. Co., 229p. 1982.

GAO, F. **Water relations and gas exchange of tropical sapling during a prolonged drought in a Bornean heath forest, with reference to root architecture**. *Journal of Tropical Ecology*, 16:101-116, 2000.

JARVIS, P. G. & McNAUGHTON, K. G. **Stomatal control of transpiration: Scaling up from leaf to region**. *Advances in Ecological Research*, Academic Press, vol. 15, pp. 1-49, 1986.

KAUFMANN, M. R.; LINDER, S. **Tree physiology in a changing world**, *Tree physiology*, 16:1-4, 1996.

LIMA, W. P. **Impactos ambientais do eucalipto**. São Paulo, 2ed. Editora Universidade de São Paulo, 1996. 301p.

MARTIN, P. **The significance of radiative coupling between vegetation and the atmosphere**. *Agricultural and forest meteorology*, 49:45-53, 1989.

MIELKE, M. S.; OLIVA, M. A.; BARROS, N. F. DE; PENCHEL, R. M.; MARTINEZ, C.A.; ALMEIDA, A.C., **Stomatal control of transpiration in the canopy of clonal *Eucalyptus grandis* plantation**. *Trees*, 13:152-160, 1999.

SOARES, J. V., ALMEIDA, A. C. **Modeling the water balance and soil water fluxes in a fast growing *Eucalyptus* plantation Brazil**. *Journal of Hydrology*, 253: 130-147, 2001.

WHITEHEAD, D.; HINCKLEY, T. M. **Models of water flux through forest stands: critical leaf and stand parameters**, *Tree physiology*, 18:571-587, 1991.