

ESTIMATIVA DA TRANSPIRAÇÃO PELO MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH EM PLANTIOS JOVENS DE EUCALIPTO NA BACIA DO RIO DOCE

Rogério L. de C. Carneiro¹, Aristides Ribeiro², Welliam C. M. da Silva³, Rinaldo F. Costa⁴, Wesley G. de Souza⁵, Raquel C. Evangelista⁶.

ABSTRACT - The objective of this study was to estimate transpiration through Penman-Monteith (1965) method. The experiment was carried out at Belo Oriente-MG region, 19°18'23" S, 42°22'46" W and 220 m, in *E. grandis* x *E. urophylla* clone. Global solar irradiance, temperature, relative humidity and wind speed have been collected at a digital meteorological station, to feed models of stomatal resistance, albedo and soil heat flux. Then, it was possible to estimate the seasonal variation of the real transpiration of the eucalyptus culture for the year of 2003. The real transpiration estimate of eucalyptus plantation varied between 6,17 and 3,49 mm d⁻¹, entering an annual total of 1161 mm.

INTRODUÇÃO

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 e Hinckley, 1991; Kaufmann e Linder, 1996; Mielke *et al.*, 1999; Gao, 2000; Soares e Almeida, 2001).

As principais variáveis meteorológicas que controlam as trocas gasosas entre o dossel e a atmosfera são irradiância solar e temperatura do ar que disponibilizam energia para o processo de evaporação, déficit de pressão de vapor atuando no processo de difusão do vapor de água entre a cavidade substomatal e o ar circundante e a disponibilidade de água no solo que controla a abertura estomática dificultando ou facilitando o processo de difusão do vapor de água entre a cavidade substomatal e o ar atmosférico. Existem várias metodologias para estimar a transpiração, dentre os quais se destacam os métodos combinados, que levam em consideração os efeitos do balanço de energia e do poder evaporante do ar. O método de Penman-Monteith (1965) além de considerar os dois efeitos citados acima, prevê a resistência à perda de vapor de água imposta pelo dossel nas trocas gasosas, e seu desenvolvimento teórico supõe que o dossel vegetativo pode ser representado por uma única e enorme folha, teoria da "big leaf".

Este trabalho objetivou a estimativa da transpiração em plantios de eucalipto com dois anos de idade na Bacia do Rio Doce.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Belo Oriente, Estado de Minas Gerais, situado a 19°18'23" S, 42°22'46" W e 220 m de altitude e faz parte da Bacia do Rio Doce. 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%.

A estimativa da transpiração foi realizada para povoamentos clonais (híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*) com 2 anos de idade, espaçados 3 m entre árvores, em região de baixada onde o solo predominante é classificado como Neossolo Flúvico. Foi utilizada a equação de Penman-Monteith (1965) (Eq. 1), calculando para valores horários, que foram posteriormente integrados para valores diários e mensais.

$$\lambda E = \frac{s(Rn - G) + M\rho_a c_p DPV / r_a}{s + \gamma(1 + r_s / r_a)} \quad (1)$$

em que, (E) é a transpiração, mm h⁻¹; (s) é a declividade da curva de pressão de saturação do ar a temperatura do ar (t), kPa°C⁻¹; (Rn) é o balanço de radiação, MJ m⁻² h⁻¹; (G) é o fluxo de calor no solo, MJ m⁻² h⁻¹; (M) é fator de ajuste de escala, 3600 para h⁻¹; (ρ_a) é a densidade média do ar, kg m⁻³; (c_p) é o calor específico do ar, MJ kg⁻¹ °C⁻¹; (λ) é o calor latente de vaporização, MJ kg⁻¹; (DPV) é o déficit de pressão de vapor, kPa; (γ) é a constante psicrométrica, kPa °C⁻¹; (r_a) é a resistência aerodinâmica, s m⁻¹; e (r_s) é a resistência estomática, s m⁻¹.

A resistência aerodinâmica foi calculada, empregando a Equação (2), proposta por Brutsaert (1982):

$$r_a = \frac{\text{Ln}[(Zm - d) / Zom] \text{Ln}[(Ze - d) / Zoe]}{k^2 U_z} \quad (2)$$

A coleta das variáveis meteorológicas foram realizadas durante todo o ano de 2003, em uma estação meteorológica digital. A resistência estomática foi obtida por meio das equações propostas por Carneiro (2004), onde uma delas foi para o período úmido e a outra para o seco (Tabela 1).

Tabela 1. Equações da resistência estomática (r_s), utilizadas na estimativa da transpiração. Sendo os parâmetros, déficit de pressão de vapor (DPV) em kPa, temperatura (T) em °C e irradiância solar global (Rg) em W m⁻²

Período	Equação
Úmido	$r_s = 418,74 (DPV T Rg^{-1})^{0,5415}$
Seco	$r_s = 1694,6 (DPV T Rg^{-1})^{1,0568}$

¹ Pesquisador, Cnpq/UFV, Ms. - Universidade Federal de Viçosa. E.mail :<rogeriocarneiro@hotmail.com>

² Prof. Dr.- Universidade Federal de Viçosa. E.mail :<ribeiro@ufv.br>

³ Doutorando em Meteorologia Agrícola -Universidade Federal de Viçosa. E.mail :<wcms@vicosa.ufv.br>

⁴ Técnico Laboratorista Celulose Nipo-Brasileira (CENIBRA). E.mail :<rinaldo.felix@cenibra.com.br>

⁵ Mestrando em Meteorologia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa. E.mail :<wesleysouza@vicosa.ufv.br>

⁶ Mestranda em Meteorologia Agrícola -Universidade Federal de Viçosa. E.mail:<raquelevangelista@vicosa.ufv.br>

O saldo de radiação foi estimado a partir do balanço de ondas curtas e do balanço de ondas longas.

Para a estimativa do balanço de ondas longas em plantios de eucalipto foi utilizada a equação proposta por Facco (2004), (Eq. 3).

$$BOL = 9,5035 * 10^{-5} * t^4 * (0,09 * \sqrt{e} - 0,56) + 0,456 \quad (3)$$

em que, (BOL) é o balanço de onda longa, MJ m⁻² h⁻¹; (t) é temperatura, °C; (e) é a pressão real de vapor, mmHg. O coeficiente de reflexão (Eq. 4) e o Fluxo de calor no solo (Eq. 5), foram obtidos a partir das equações propostas por Carneiro (2004).

$$\alpha = 0,1715 * e^{0,0056 * z} \quad (4)$$

$$G = 0,1131 * R_g + 2,3949 \quad (5)$$

em que, (G) é o fluxo de calor no solo, MJ m⁻² h⁻¹, (R_g) é a irradiância solar global, MJ m⁻² h⁻¹, (α) é o albedo em decimal e (z) é o ângulo zenital.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando os modelos de resistência estomática, obtidos para o período úmido e período seco, foi calculado o consumo médio mensal de utilizando a equação de Penman-Monteith (Figura 1). Constatou-se que a transpiração simulada apresenta totais médios mensais variando entre 138 a 67 mm, totalizando 1161 mm. Estes valores são próximos aos encontrados por Sacramento Neto (2001) em experimento conduzido para plantio de 1 e 2 anos de idade na mesma região.

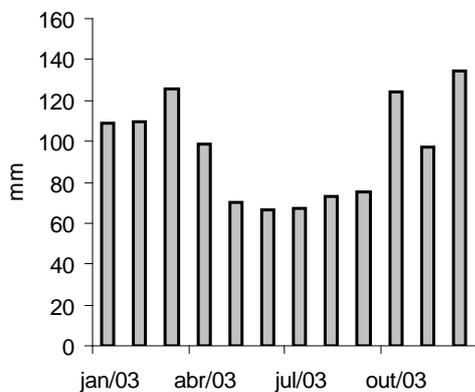


Figura 1. Totais mensais de transpiração para o ano de 2003.

A parametrização feita no modelo de Penman-Monteith mostrou-se sensível as variações sazonais.

REFERÊNCIAS

- Carneiro, R. L. C. Modelagem da resistência estomática e estimativa da eficiência do uso da água em plantios jovens de eucalipto irrigados e não irrigados na região da Bacia do Rio Doce. Viçosa-MG: UFV, 86 p. 2004 Tese (Mestrado em Meteorologia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- Facco, A. G. Modelagem e simulação geoespacial dos componentes do balanço hídrico para plantios de eucaliptos em áreas de relevo ondulado. Viçosa-

MG: UFV, 87 p. 2004 Tese (Mestrado em Meteorologia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, 2004.

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.

Kaufmann, M. R.; Linder, S. Tree physiology in a changing world, *Tree physiol*, 16:1-4, 1996.

Mielke, M. S.; Oliva, M. A.; Barros, N. F. de; Penchel, R. M. Stomatal control of transpiration in the canopy of clonal *Eucalyptus grandis* plantation. *Trees*, 13:152-160, 1999.

Sacramento Neto, O. B. Balanço hídrico em plantios jovens de eucalipto na região de Belo Oriente-MG. Viçosa-MG: UFV, 77 p. 2001 Tese (Mestrado em Meteorologia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, 2001.

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 physiol*, 18:571-587, 1991.