

BALANÇO DE RADIAÇÃO E ENERGIA EM PLANTIOS JOVENS DE EUCALIPTO

**MARIANA GONÇALVES DOS REIS¹, RAQUEL C. EVANGELISTA BAESSO²,
ARISTIDES RIBEIRO³, SEBASTIÃO FONSECA⁴, RODOLFO A. LOOS⁴**

1 Graduada do curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG, Fone: (0 xx 31) 3899 1906, marianareis_mari@yahoo.com.br; 2 Eng. Agrícola e Ambiental, Doutoranda do Prog. de Pós-graduação em Meteorologia Agrícola, DEA/UFV, Viçosa - MG; 3 Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, DEA/UFV, Viçosa - MG; 4 Centro de Pesquisa e tecnologia - Aracruz Celulose S.A., Brasil.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

RESUMO: Plantios com idade inicial de desenvolvimento apresentam descontinuidade na cobertura do solo, tendendo a apresentar maior exposição do dossel ao vento e à radiação solar. Objetivou-se neste estudo avaliar o balanço de energia em plantios esparsos de eucalipto. O sítio experimental está localizado numa área pertencente à Aracruz Celulose no município de Aracruz – ES. Para a apresentação dos resultados do Balanço de Energia, foram eleitos três dias no início do estudo, quando as árvores encontravam-se com cinco meses de idade e três no final do estudo quando a idade do plantio era de doze meses. Verificou-se no primeiro período maiores valores de radiação líquida por se tratar do verão. Observou-se também que os fluxos de calor latente são maiores para o segundo período, 59,57% de radiação líquida com razão de Bowen de 0,33. A relação radiação líquida (R_n) e radiação líquida nas folhas (R_{nf}) permaneceu constante para os dois períodos. O maior porte das árvores, maiores índices de área foliar e sistema radicular, favorecem a evapotranspiração, mostrando que maior parte da energia disponível é utilizada para mudança de fase da água. Palavras-chave: razão de Bowen, plantios esparsos e balanço de radiação.

RADIATION AND ENERGY BALANCE IN YOUNG PLANTING OF EUCALYPTUS

ABSTRACT: Plants with initial age of development present discontinuity in the covering of the soil, tending to present larger exhibition of the canopy to the wind and the solar radiation. The objective of this study to assess the balance of power in sparse planting of eucalyptus. The experimental site is located in an area belonging to Aracruz Celulose in city of Aracruz-ES. For the results of the Balance of Power, was elected three days at the beginning of the study, when the trees were found with five months of age and three at the end of the study when the age of the plantation was twelve months. It was the first time higher net radiation because it is summer. It was also observed that the flow of latent heat is higher for the second period, 59,57% of net radiation with the Bowen ratio of 0,33. The net radiation (R_n) and net radiation in leaves (R_{nf}) remained constant for both values of periods. The larger trees, higher rates of leaf area and root system, promote evapotranspiration, showing that most of the available energy is used to change the phase of water.

Keywords: Bowen's ratio, sparse plantations and radiation balance.

INTRODUÇÃO: O conhecimento do saldo de energia para florestas, dado pelo balanço de radiação no dossel vegetativo, é de suma importância tanto para melhor estimar a

evapotranspiração, como para conhecer a quantidade disponível para a biossíntese. Segundo Perez (1999), a partição de energia disponível entre os calores sensível e latente pode ser obtida pelo método do balanço de energia da razão de Bowen (BERB), baseado na relação fluxo-perfil de energia e troca de massa, para estimar a evapotranspiração sobre a vegetação ou solo descoberto. Especificamente, plantios com idade inicial de desenvolvimento, ou seja, culturas com até dois anos de idade, apresentam descontinuidade na cobertura do solo, ficando estas plantas isoladas sujeitas a maior interação com a atmosfera, tendendo a apresentar maior exposição do dossel ao vento e à radiação solar. Assim, o tratamento aerodinâmico dado a esses plantios deve ser diferente em relação a plantios em idade adulta, com cobertura total do solo. Normalmente, os modelos de crescimento consideram na estimativa da condutância estomática, o dossel como sendo uma folha grande, única e contínua (teoria do “Big Leaf”). Esta aproximação não é adequada na etapa inicial de desenvolvimento de florestas. Esta idade em relação às outras tem uma grande importância, sendo que nesse período as plantas apresentam maior taxa de crescimento, uma vez que o ganho de biomassa está diretamente relacionado aos processos de evapotranspiração (perda de vapor d’água) e fotossíntese (ganho de CO₂). Neste contexto, objetivou-se neste estudo a avaliar o balanço de energia em plantios esparsos de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS: Os estudos foram conduzidos no sítio experimental pertencente à Empresa Aracruz Celulose S.A., cujas coordenadas geográficas limítrofes são latitude de 16°51’16” a 19°52’18” S e longitude de 40°13’15” a 40°11’44” W. Os dados meteorológicos foram coletados por sensores instalados em uma torre de 38 m de altura, sendo esta disposta entre quatro árvores, obedecendo ao espaçamento do plantio no sítio experimental. Ao nível do solo foram instalados dois sensores de fluxo de calor no solo, sendo um na linha e o outro entre as linhas do plantio. A razão entre os calores sensível e latente foi proposta por Bowen, em 1926, como forma de estudar a partição da energia disponível, isto é:

$$\beta = \frac{H}{E} \quad (1)$$

onde β é a razão de Bowen; E é o calor latente, $W m^{-2}$; e H é o calor sensível, $W m^{-2}$. O valor de β depende fundamentalmente das condições hídricas da superfície evaporante. Se a superfície estiver umedecida, maior parte do saldo de radiação (R_n) será utilizada em E , resultando em um β pequeno. Se, pelo contrário, a superfície evaporante apresentar restrições hídricas, maior parte de R_n será utilizada no aquecimento do ar, resultando em um β elevado. Com a razão de Bowen, a equação do balanço de energia pode ser escrita da seguinte forma:

$$E = \frac{R_n - G}{1 + \beta}, \text{ para } \beta \neq -1 \quad (2)$$

onde R_n é o saldo de radiação, $W m^{-2}$; e G é o fluxo de calor no solo, $W m^{-2}$.

O saldo de radiação nas folhas em plantios esparsos pode ser obtido pela equação a seguir, proposta e validada por Riou et al. (1989).

$$R_{nf} = \frac{R_n R_{ga}}{R_g (1 - r)} \quad (3)$$

em que, R_{nf} é o saldo de radiação nas folhas, $W m^{-2}$; R_{ga} é a radiação interceptada pelo dossel, $W m^{-2}$; R_n é a irradiância solar global medida, $W m^{-2}$; e r é o albedo.

A radiação interceptada pelo dossel foi calculada como sendo a diferença entre a irradiância solar global que atinge o dossel e a porção desta radiação que atinge o solo, sendo esta última descrita pela lei de Beer-Bouguer-Lambert.

$$R_{ga} = R_g - R_g(1 - e^{-k \cdot IAF}) \quad (4)$$

em que, k é o coeficiente de extinção; e IAF é o índice de área foliar, $m^2 m^{-2}$.

O albedo foi calculado a partir dos dados de radiação de onda curta, incidente e refletida coletados na torre de observação meteorológica por meio de radiômetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Como estratégia para a apresentação dos resultados do Balanço de Energia, optou-se por dividir o período de estudo em dias típicos, sendo aleatoriamente eleitos três dias no início do estudo, quando as árvores encontravam-se com cinco meses de idade (29 a 31/01/2005), e três no final do estudo, quando a idade do plantio era de doze meses (01 a 03/09/2005). A Figura 01 apresenta a variação horária dos componentes do balanço de energia para os dois períodos, ou seja, radiação líquida (R_n), fluxo de calor no solo (G), fluxo de calor sensível (H) e fluxo de calor latente (E).

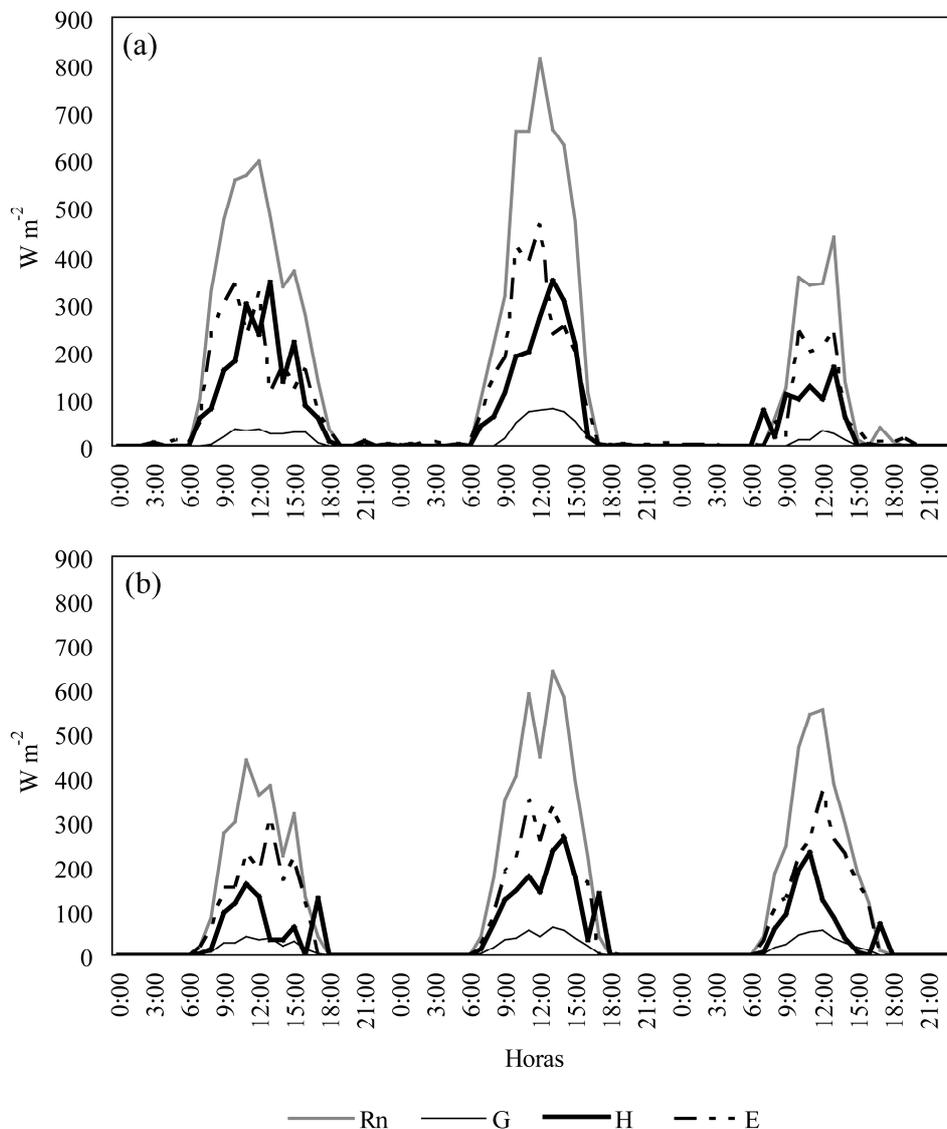
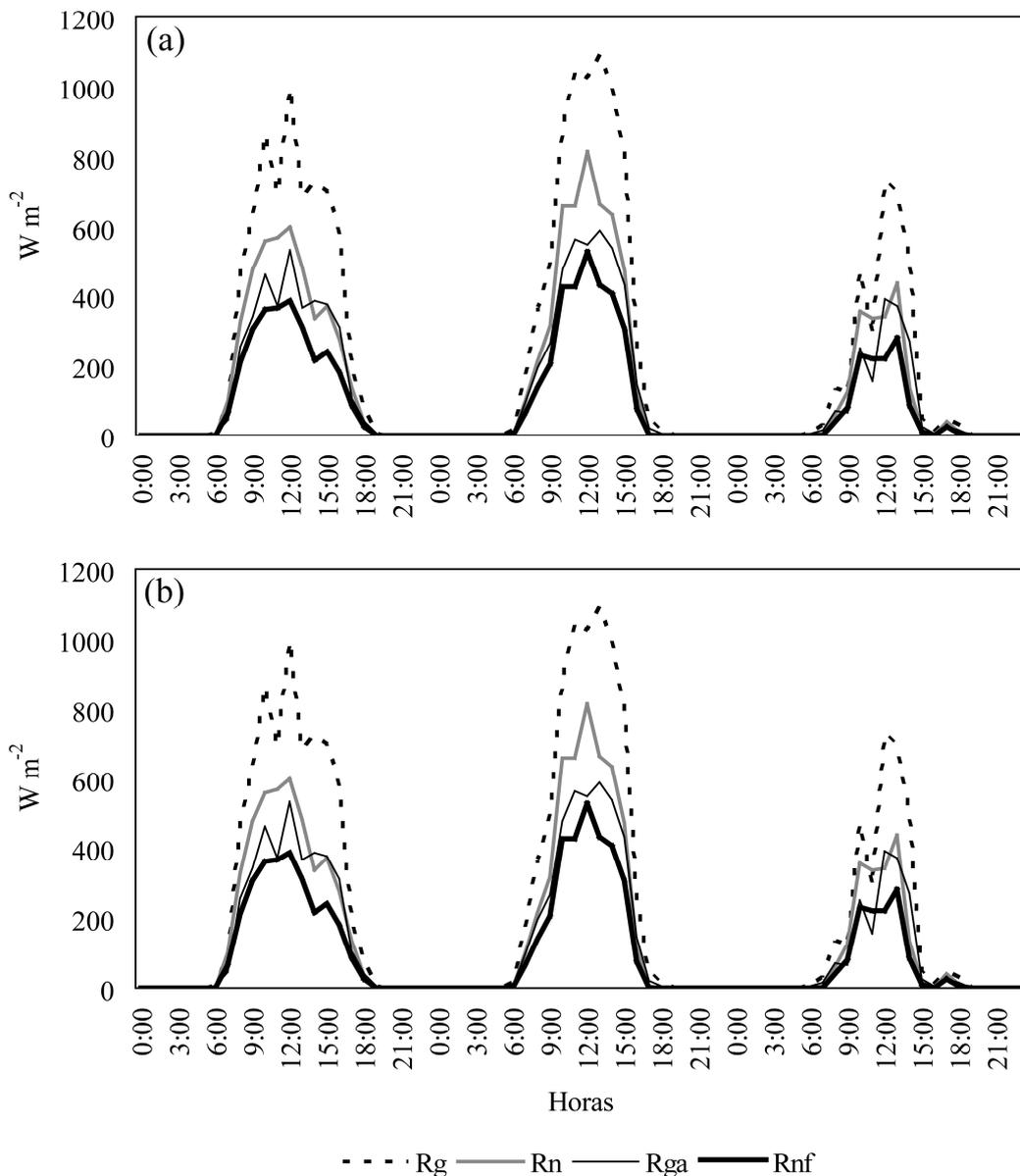


Figura 01. Variação horária dos componentes do balanço de energia. (a) 29 a 31 de janeiro de 2005; (b) de 01 a 03 de setembro de 2005.

Verifica-se no primeiro período estudado, maiores valores de Rn por se tratar do verão. Observa-se também que os fluxos de calor latente são maiores para o segundo período, 59,57% de Rn com $\beta = 0,33$; o que se justifica, uma vez que o maior porte das árvores, maiores índices de área foliar e sistema radicular, favorecem a evapotranspiração. Assim, uma maior proporção da energia disponível é utilizada para mudança de fase da água no segundo período, em comparação ao primeiro período, 50,52% de Rn com $\beta = 0,67$. A Figura 02 apresenta a variação horária da irradiância solar global (Rg), radiação líquida (Rn), irradiância solar global interceptada pelo dossel (Rga) e da radiação líquida nas folhas (Rnf) para os dois períodos.



A Figura 02- Variação horária dos componentes do balanço de energia nas folhas. (a) 29 a 31 de janeiro de 2005; (b) de 01 a 03 de setembro de 2005.

Verifica-se a partir dos resultados obtidos que Rnf é aproximadamente 60% de Rn para os dois períodos. O fato da área foliar da cultura crescer proporcionalmente à área de projeção do dossel sobre o terreno explica a relação Rnf / Rn permanecer constante para os dois períodos,

uma vez que R_n é expresso em energia por unidade de área de terreno e R_{nf} é expresso em energia por unidade de área foliar. Para macieira, Landsberg et al. (1975) e Butler (1976) encontraram uma relação de 50%, ou seja, $R_{nf} = 0,5 R_n$.

A radiação interceptada pelo dossel (R_g) para os dois períodos foi aproximadamente 55% da radiação solar global (R_g) para um albedo médio de 17%.

CONCLUSÕES: O maior porte das árvores, maiores índices de área foliar e sistema radicular, favorecem a evapotranspiração, mostrando que maior parte da energia disponível é utilizada para mudança de fase da água.

REFERÊNCIAS: BUTLER, D.R. Estimation of the respiration rate in an apple orchard from net radiation and vapour pressure deficit measurements. *Agric. Meteorol.*, 16: 277-289, 1976. LANDSBERG, J.J et al., Diurnal energy, water and CO₂ exchanges in an apple (*Malus Pumila*) orchard. *Journal of Applied Ecology*, 12: 659-683, 1975. P. J. PEREZ et al., Assessment of reliability of Bowen ratio method for partitioning fluxes, *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 97, Issue 3, 18 November 1999, Pages 141-150. RIOU, O; VALANGOGNE, C.; PIERI, P. Un modèle simple d'interception du rayonnement solaire par la vigne – vérification expérimentale. *Agronomie*, 9: 441-450, 1989.