

Armazenamento térmico acima do solo e balanço de energia em floresta de terra firme na Amazônia central

Alessandro Augusto dos Santos Michiles, Ralf Gielow

*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
e-mail: michiles@cptec.inpe.br*

1. Introdução

O conhecimento dos fluxos de energia que ocorrem sobre florestas é fundamental para qualquer modelo que simule a interação solo-vegetação-atmosfera. No caso de florestas densas de terra firme da Amazônia, a taxa de armazenamento térmico de energia acima do solo (TAE) pode apresentar-se como um termo significativo para o balanço de energia em superfície (BES), especialmente durante curtos períodos de tempo.

Os objetivos deste trabalho foram determinar a TAE, por meio de uma metodologia simplificada, e verificar o seu papel no BES para uma região de floresta de terra firme na Amazônia central.

2. Material e métodos

Por meio da estação automática instalada na torre montada, durante o projeto LBA, numa área de floresta de terra firme da Reserva Biológica do Cuiciras (02°36'45" S, 60°12'40" O), situada ao norte de Manaus-AM, foram registrados os dados utilizados neste trabalho, ou seja, temperatura (T) e umidade do ar (q), saldo de radiação (R_n), fluxos turbulentos de calores sensível (H) e latente (LE), e fluxo de calor no solo (G).

Conforme detalhado em Michiles (2005), o cálculo da TAE total numa floresta (S) é realizado dividindo-a em três termos principais, isto é, TAE no ar (S_{ar}), nos troncos (S_{tr}) e nos outros componentes da biomassa (S_{bio}). Considerando uma única camada de ar de altura $h_f + d_0$ (altura média da floresta + deslocamento do plano zero), e que as variações horárias de temperatura e umidade específica do ar são representadas por uma medida pontual num único nível acima do dossel (51,1 m), S_{ar} é dado por:

$$S_{ar} = \rho_a (c_p \Delta \bar{T} + L \Delta \bar{q}) \frac{(h_f + d_0)}{\Delta t} \quad (1)$$

sendo ρ_a , c_p , respectivamente, a massa específica e o calor específico à pressão constante do ar, e L o calor latente de vaporização da água. O cálculo de S_{tr} é realizado através da expressão:

$$S_{tr} = m_{tr} c_{tr} \alpha \frac{\overline{\Delta T}(t + \tau)}{\Delta t} \quad (2)$$

em que m_{tr} e c_{tr} são, respectivamente, a massa por unidade de área da floresta e o calor específico dos troncos; α ($= 0,52$) e τ ($= 2$ h) representam, respectivamente, a atenuação da onda de temperatura do ar e a diferença de fase entre as ondas de temperatura do ar e dos troncos. S_{bio} (ramos - r , galhos - g , folhas - f , liteira - l e outros - o) é obtido através da equação:

$$S_{bio} = [m_r c_r + (m_g + m_l) c_g + (m_f + m_o) c_f] \beta \frac{\overline{\Delta T}}{\Delta t} \quad (3)$$

na qual m e c são, respectivamente, a massa por unidade de área e o calor específico estimados para cada um dos componentes da floresta do sítio; β ($= 0,72$) representa o mesmo que α , mas para S_{bio} .

O fechamento do BES foi avaliado através da obtenção dos coeficientes linear, angular e de determinação de regressões lineares entre os valores horários da soma dos fluxos não-radiativos ($H + LE + S + G$) e do saldo de radiação (R_n). O fechamento ideal é representado pelos valores 0, 1 e 1 dos coeficientes linear, angular e de determinação, respectivamente.

3. Resultados e discussão

Para o cálculo da TAE e do BES, foram selecionados quinze dias sem a ocorrência de precipitação pluviométrica, entre os dias 22 de setembro e 21 de outubro de 2003, durante a estação seca.

Em termos horários (Figura 1a), verifica-se que a TAE total, S , é geralmente negativa antes do nascer-do-sol e após as 16 HL; apresenta valores matutinos usualmente entre 20 e 50 $W m^{-2}$, e alcança os máximos durante o início da manhã com valores que podem exceder 100 $W m^{-2}$. Durante os quinze dias, os componentes S_{ar} , S_{tr} e S_{bio} , contribuíram para S , respectivamente, com: 18, 49 e 33%.

Em média, para os dias selecionados, o valor médio absoluto da diferença residual entre R_n e o somatório $H + LE + S + G$ (Figura 1b), foi de $42 \pm 49 W m^{-2}$. Sem a inclusão de S neste cálculo, a diferença passou a ser de $53 \pm 54 W m^{-2}$.

Através das regressões lineares, verificou-se que a inclusão de S nos cálculos do BES, tanto em termos diários (Figura 2) quanto diurnos e noturnos (não apresentados), melhora ligeiramente seu fechamento.

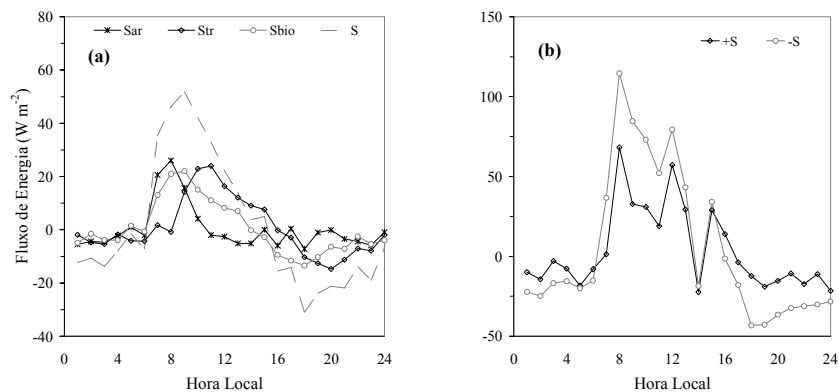


Figura 1. Variação horária média (a) de S_{sp} , S_{tr} , S_{bio} e S ; (b) da diferença residual entre R_n e a soma dos fluxos não-radiativos incluindo e não incluindo S ($+S$ e $-S$, respectivamente), durante os quinze dias selecionados

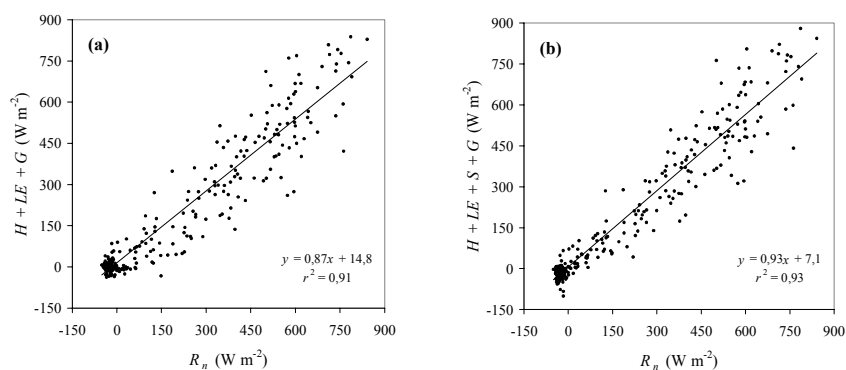


Figura 2. Regressões entre (a) $H + LE + G$ e R_n ; (b) $H + LE + S + G$ e R_n , para os ciclos diários ($n = 360$) dos mesmos dias apresentados na Figura 1.

4. Conclusões

Para florestas de terra firme da Amazônia central, em dias sem chuva, pode-se utilizar o método para o cálculo de S apresentado neste trabalho, não ocorrendo desvios significativos dos resultados obtidos através de métodos mais completos. No que concerne ao fechamento do balanço de energia, observou-se uma relativa melhora quando se inclui S nos cálculos, particularmente durante as primeiras horas do dia, quando S atinge seus valores máximos e pode ser uma fração significativa de R_n .

5. Referência bibliográfica

Michiles, A. A. S. **Taxas de armazenamento de energia e fluxos de calor nos troncos em floresta de terra firme na Amazônia central.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE. 2005. 215 p.