



“ Anais do I Seminário Internacional  
de Ciências do Ambiente e  
Sustentabilidade na Amazônia ”

# FLUXOS DE ENERGIA EM ÁREA AGRÍCOLA E DE FLORESTA NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Adriano Ferreira Silva; Regimary Luana Pereira; Wilderclay Barreto Machado; Rodrigo da  
Silva

adriano\_lba@hotmail.com

Realização



Apoio



SDS

Secretaria do Estado do meio Ambiente e  
Desenvolvimento Sustentável



## INTRODUÇÃO

Atualmente há uma preocupação científica sobre a importância das florestas tropicais no controle do clima regional e global (Pinto, 2003) sendo que a Floresta Amazônica reconhecida, amplamente, como importante fonte de energia e umidade para os processos que ocorrem na atmosfera tropical desenvolve um papel relevante no clima global (Galvão & Fisch, 2000). Contudo a região amazônica passa por um acelerado processo de mudanças em sua paisagem, sendo a expansão das fronteiras agrícolas, a urbanização desordenada dos novos polos agrícolas e a ocupação indiscriminada das margens das rodovias que ligam a região amazônica ao centro sul do país, fatores determinantes do impacto ambiental nesses ecossistemas. Frente a essa perturbação no sistema de troca de energia e massa entre a superfície e a atmosfera na região amazônica, surge a necessidade de estudos detalhando o nível de alteração nestes processos de troca energética e a caracterização dos seus impactos a nível local e global. A camada limite atmosférica (CLA) é a parte da atmosfera onde se dá efetivamente a troca de energia entre a superfície terrestre e a atmosfera (Stull, 2000). O efeito mais importante dessa interação é a geração dos movimentos turbulentos, desenvolvidos em várias escalas no tempo e no espaço, e que são os responsáveis pela troca incessante de calor, momento e massa (Nieuwtadt e Van Dop, 1981). Os fluxos turbulentos de energia e massa variam bastante em diferentes ecossistemas, pois são fortemente influenciados pelas condições superficiais, ou seja, possuem uma tendência a mudar substancialmente para diferentes superfícies (Sausen *et al.*, 2004), o que caracteriza o clima local e suas possíveis mudanças. Desta forma, alterações na cobertura vegetal induz mudanças nos fluxos de energia, alterando seu balanço que por sua vez, induzem alterações nas propriedades termodinâmicas da CLA (Oliveira, P. J, 1999). Estudos sobre as alterações na cobertura vegetal estão sendo desenvolvidos no Oeste do Pará. Programas científicos foram instalados com o propósito de verificar o impacto dessas alterações na floresta Amazônica.

## OBJETIVO

Analisar sazonalmente o comportamento dos componentes do balanço de energia, como fluxo de calor latente (LE), sensível (H), de calor no solo (G), nas áreas experimentais de campo agrícola e floresta, na Amazônia Oriental.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram coletados em dois sítios do Programa LBA (Programa de Larga Escala Biosfera-Atmosfera na Amazônia), na região da Flona do Tapajós, os quais corresponderam ao ano 2003 para os sítios de floresta e campo agrícola.

Para coleta dos dados no campo agrícola (Fazenda Paraíso), situado no município de Belterra -PA, ao longo da BR-163 (3.0121°S, 54.5371W) e de diferentes condições de superfície durante o ano de estudo (arroz, soja, descanso e arado), utilizou-se uma torre micrometeorológica, com 20m de altura, na qual encontravam-se disposto o sistema Eddy Covariance a 8,75 m de altura. Os sensores de resposta rápida utilizados foram o anemômetro sônico tridimensional (SATY/3K Applied Technologies, Inc., Lincoln, CO, USA, 10Hz) para medidas da turbulência, e o analisador de gás infravermelho (IRGA, Licor 6262 Inc., Lincoln, NE, USA, 5Hz) para medir as concentrações de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Fluxímetro (Campbell, Inc. HFT3 a -0.30 m, Campbell Scientific Inc., Logan, UT, USA) e pluviômetro à 1,5m, respectivamente, para a quantificação do fluxo de calor no solo (G) e medidas de precipitação pluviométrica.

No sítio de floresta (FLONA do Tapajós), cuja vegetação é de floresta tropical densa com copa emergente (comprimento de copa 35-40m), em terreno de planalto, as medidas foram feitas através de uma torre micrometeorológica (3.01030°S, 54.58150W), com a altura de 64m, onde possui o sistema Eddy Covariance instalado para as medidas dos vórtices turbulentos. O fluxo de calor no solo foi medido através de 5 fluxímetros (REBS HFT3.1) à 1 cm de profundidade cada um e pluviômetro (pluviômetro Texas Electronics TE525).

Os fluxos de calor latente (LE) e calor sensível (H) foram medidos com o Anemômetro Sônico, que posteriormente, foram calculados usando-se a técnica de covariância dos vórtices turbulentos, que consiste no princípio de determinação direta dos fluxos equações 1 e 2, respectivamente:

$$LE = \rho \lambda \overline{w'q'}$$

$$H = \rho c_p \overline{w'T'}$$

1

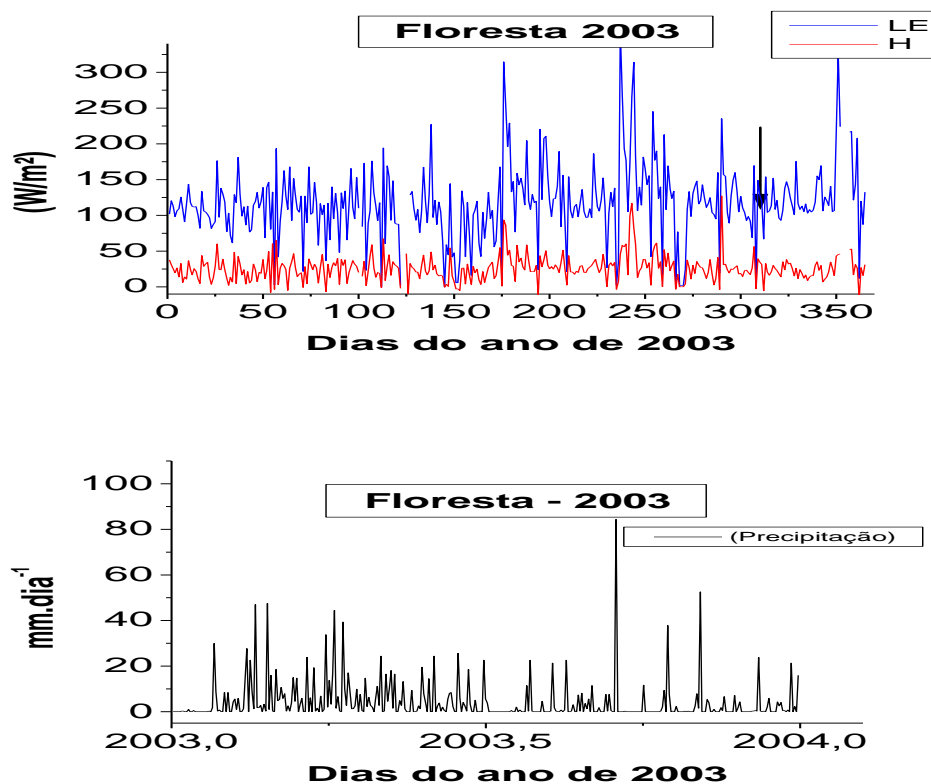
2

onde o LE é dado pela média das flutuações de umidade específica ( $q'$ ) do ar e velocidade vertical do vento ( $w'$ ), densidade do ar ( $\rho$ ) e calor latente de vaporização ( $\lambda$ ). O H é dado pela média das flutuações da Temperatura do ar e  $w'$ ,  $\lambda$  e calor específico ( $c_p$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para caracterizar o comportamento dos vórtices turbulentos de energia e do fluxo de calor no solo em diferentes superfícies - campo agrícola e floresta - foram selecionados os dados do período chuvoso e seco do ano de 2003 para ambos os sítios de pesquisas.

Os resultados das variações dos fluxos turbulentos de energia, fluxo de calor latente (LE) e fluxo de calor sensível (H), durante o ano de estudo na floresta (Figura 1a) e no campo agrícola (figura 1b), mostraram que em ambas as áreas, com exceção do dia 240 em diante na área agrícola, houve a predominância de LE sobre o H, evidenciando mais energia disponível para processos evaporativos na floresta e podendo ser comprovado pelo baixo coeficiente da Razão de Bowen ( $\beta$ ), respectivamente (tabela 1). Devido principalmente, a vegetação densa da floresta, que consegue manter uma alta disponibilidade hídrica na atmosfera ou uma constante fonte de umidade, a presença de cultivos agrícolas, como arroz e soja, e a precipitação (figura 2a e 2b), bem distribuída, a qual perdurou praticamente durante todo o ano para ambos os sítios. Na área agrícola o LE sofreu uma pequena diminuição ou equivalência em comparação com o H, possivelmente, devido à condição de superfície ser de descanso a partir do dia 240.



**Figura 1 – variação diária de (a) de Le e H e (b) precipitação na floresta no ano de 2003.**

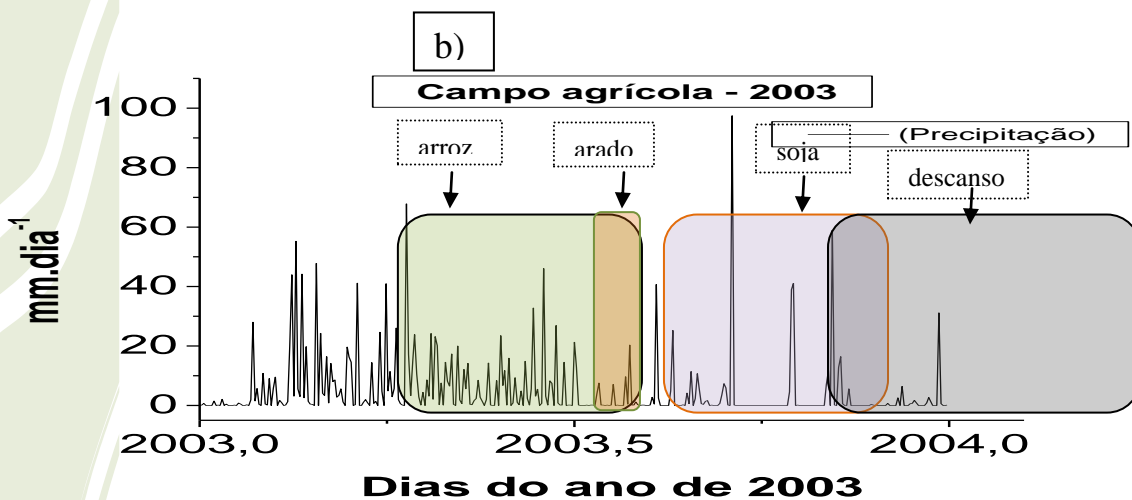
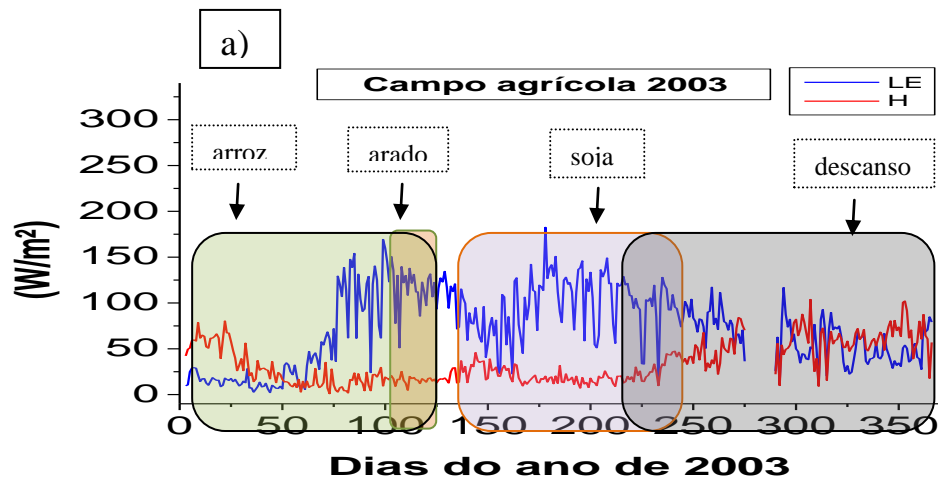


Figura 2 –  
variação  
diária de (a)  
de Le e H e  
(b)  
precipitação  
no campo  
agrícola no  
ano de 2003.

Conforme a tabela (1), para o sítio de campo agrícola nos períodos de estudo, chuvoso e seco respectivamente, os fluxos superficiais LE, com  $257.82 W/m^2$  e  $259.65 W/m^2$ , não apresentaram grande variação, possivelmente devido à precipitação ter perdurado por todo ano de estudo (2003) e a presença de cultivos agrícolas. Contudo, verificou-se uma redução de até 32.3% nos valores de LE quando se converte área de floresta em área de campo agrícola e um aumento de aproximadamente 50.5% nos valores de H. Para o G, também, verificou-se um aumento de 35.4%, contribuindo, possivelmente, como fonte de energia para o H.

**Tabela (1). Valores diários de  $\beta$ , LE, H e G no campo agrícola e na Flona do Tapajós.**

	Período	$\beta$	LE (W/m <sup>2</sup> )	H (W/m <sup>2</sup> )	G (W/m <sup>2</sup> )
<b>Campo Agrícola</b>	<b>Chuvoso</b>	0.57	257.82	105.63	19.40
	<b>Seco</b>		259.65	189.33	18.89
<b>Floresta</b>	<b>Chuvoso</b>	0.21	352.26	95.55	6.87
	<b>Seco</b>		383.72	100.17	10.07

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variações diárias apresentadas pelas superfícies de características diferentes (campo agrícola e floresta) apontam uma predominância de LE em ambas as áreas. No entanto, mais energia está disponível para o processo evaporativo na floresta. Tal fato pode ser comprovado pela Razão de Bowen na floresta. Diferentemente do H e de G que aumentaram consideravelmente com a alteração da cobertura vegetal.

Dessa forma, a substituição de áreas de florestas por campos agrícolas, implicaria em mudança significativa no balanço de energia, com aumento do fluxo de calor sensível e fluxo de calor no solo e a perda do fluxo de calor latente, responsável pela disponibilização de vapor d'água para a atmosfera na Amazônia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALVÃO, J.A.C.; FISCH, G. **Balço de energia em áreas de floresta e de pastagem na Amazônia (Ji-Paraná, RO)**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 15, n. 2, p. 25-37, 2000.

NIEUWSTADT, F. T. M.; VAN DOPP, H. **Atmospheric Turbulence And Air Pollution Modeling**. Boston, D. Reidel Publishing Company, 355pp. 1981.

OLIVEIRA, P.J. **Estudo do vento e da turbulência na camada limite atmosfera em área de floresta e pastagem na Amazônia**. Tese de mestrado em Meteorologia. São José dos Campos: INPE, 1999.

PINTO, L. D. V de O. **Fluxos de energia sobre uma floresta tropical na Amazônia. 2003**. Tese (Mestrado em Meteorologia) – USP – São Paulo, SP, 2003.

SAUSEN, G. Variação diária de Energia e Fluxo de CO<sub>2</sub> numa Área de Cultivo de Arroz no Centro do RS entre Setembro de 2003 e Abril de 2004. **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Fortaleza, 2004.

STULL, R.B.: 2000. **Meteorology for scientist and engineers**. Second editions. Kluwer Academic Press, Dordrecht, the Netherlands, 666,pp.