

# ESTIMATIVA DOS FLUXOS DE ENERGIA EM ECOSISTEMAS TROPICAIS: UM ESTUDO COMPARATIVO

José Francisco de Oliveira Júnior<sup>1</sup>, Byung Hyuk Kwon<sup>2</sup>, Jefferson Francisco de Oliveira<sup>3</sup>

**ABSTRACT** – Four methods that use energy superficial fluxes in two tropical ecosystems, forest and pasture, were used. Estimates of flows were important to analyze the agreement over interactions between surface and atmosphere, in particular in Atmospheric Boundary Layer (ABL), where evaporation regimen was described. From LE and H flows calculated by eddy correlation method, during ABRACOS, we verified that inside forest and pasture, aerodynamic-bulk method and energy balance, had good agreement with observed data.

## INTRODUÇÃO

Há um grande interesse pela estimação dos fluxos superficiais de energia, calor latente (LE) e sensível (H), particularmente em escala regional, devido à utilização destes em parametrizações de modelos em geral, grande e mesoescala, para a sua estimativa e tendo influencia direta no clima, segundo Noilhan e Planton (1989), fruto desse interesse ocorreram vários experimentos de campo, alguns realizando medidas voltadas para o estudo da CLA (Camada Limite Atmosférica) e outros em relação aos processos físicos-hidrológicos.

Os experimentos de campo incluíram: o *Hydrologic Atmospheric Pilot Experiment-Modélisation du Bilan Hydrique* (HAPEX-MOBYLHY); HAPEX-Sahel, *First International Satellite Land Surface Climatology Project* (ISLSCP) *Field Experiment* (FIFE), *Monsoon'90*, *Northern Wetland Study* (NOWES), *European Field Experiment in Desertification – Threatened Areas* (EFEDA), *Boreal Ecosystem Atmosphere Study* (BOREAS) e *Anglo-Brazilian Climate Observation Study* (ABRACOS), boa parte desses experimentos foram incorporados em modelos em geral, com objetivo de planejar, executar e otimizar os sítios experimentais, e no desenvolvimento de instrumentos meteorológicos e medidas da superfície continental, Noilhan e Planton (1989) e Avissar e Pielke (1989).

Na CLA ocorre o transporte de vapor, calor e *momentum*, Stull (1988). A partir disso são realizadas pesquisas sobre a interação entre a superfície-atmosfera utilizando aproximações teóricas e numéricas. O interesse envolvido nos processos hidrológicos regionais deve-se a utilização destes na modelagem regional. Logo, estes fluxos podem aumentar o nosso conhecimento na interação superfície-atmosfera. O objetivo deste trabalho, O objetivo desse trabalho é a comparação entre métodos de estimativa de fluxos em relação aos fluxos observados no ecossistema tropical (floresta-pastagem).

## MATERIAL E MÉTODOS

As estimativas dos fluxos foram aplicados ao conjunto de dados micrometeorológicos do ABRACOS,

em diferentes ecossistemas no período de 1992, em Ji-Paraná – Rondônia. A reserva Jarú (10° 05'S – 61° 55'W) é uma reserva florestal do IBAMA (Agência Brasileira de Proteção ao Meio-Ambiente) e é localizada a aproximadamente 80 km (norte) de Ji-Paraná e 120 m sobre NMM (Nível Médio do Mar). Uma torre de 52 m de altura foi instalada na floresta em Outubro-1991. Já a altura do dossel da floresta é de 33 m, e nesta floresta encontra-se várias espécies próximas, onde foi instalada uma estação automática no topo da mesma e local da pastagem é a Fazenda Nossa Senhora Aparecida, mais informações em **Gash et al. (1996)**. O período de estudo corresponde os dias 09 a 17/08/1992.

E os métodos utilizados neste trabalho são os seguintes:

a) Método de coeficientes de Bulk

$$LE = L_v \rho C_{DE} u_R (q_s - q_a(z_r))$$
$$H = c_p \rho C_{DH} u_R (T_s - T_a(z_r)) \quad (1)$$

b) Método da similaridade Monin-Obkhuvov (M-O)

$$LE = -L_v \rho u_* q_* , H = -c_p \rho u_* \theta_* \dots\dots\dots(2)$$

c) Método do Balanço de Energia

$$\beta = \frac{H}{LE} , \beta = \frac{c_p}{L_v} \left( \frac{\Delta\theta}{\Delta q} \right)$$
$$LE = \frac{[-(R_n + G)]}{[1 + \beta]} , H = \frac{[-\beta(R_n + G)]}{[1 + \beta]} \dots\dots(3)$$

d) Método de Difusividade Turbulenta

$$LE = -K_e \rho L_v \frac{\Delta q}{\Delta z} , H = -K_h \rho c_p \frac{\Delta T}{\Delta z} \dots\dots\dots(4)$$

em que:  $c_p$  (J/kg K) é o calor específico a pressão constante,  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) é densidade do ar,  $C_{DH}$  e  $C_{DE}$  são os coeficientes de arrasto,  $L_v$  (J/kg) é calor latente de vaporização,  $\theta$  (K) é a temperatura potencial,  $q$  (kg/kg) é a umidade específica e  $z$  (m) é altura.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método de similaridade Monin-Obukhov (M-O) e o de difusividade turbulenta foram falhos para obter algum tipo de correlação, em virtude dos dois métodos requerem estimativas dos coeficientes de difusividade turbulenta, este que é uma propriedade do escoamento e dos parâmetros de M-O, por isso houve bastantes discrepâncias e incertezas encontradas neste trabalho. Verifica-se que os coeficientes têm um problema em relação sua quantificação, em virtude de sua forte variação na Camada Limite Superficial e isso acreditamos ter influenciado nas estimativas.

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Civil, NCQAR-LAMCE-COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, (21) 2598-9470, ramal (26) e-mail: juninho@acd.ufrj.br – juninho@coc.ufrj.br

<sup>2</sup> Profr. Dr. Meteorologia, Department of Environmental - PKNU, Caixa Postal 515 - 12201-970 - Busam – Coréia do Sul. e-mail: bhkwon@mail1.pknu.ac.kr

<sup>3</sup> Msc. Química-Biotecnologia, Departamento de Química - UFAL, Maceió- AL, (82) 372-3013, e-mail: jffor@hotmail.com.br

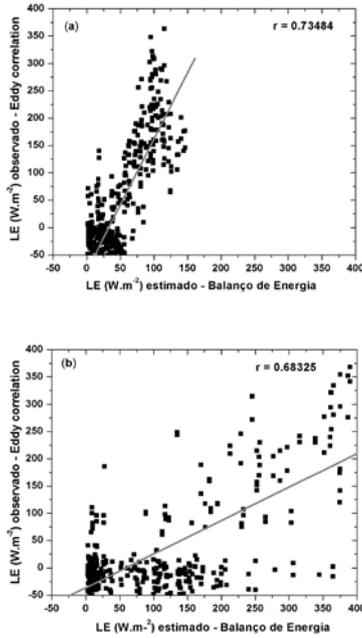


Figura 1. Diagrama de dispersão do fluxo de Calor Latente entre Pastagem (a) e Floresta (b), para o período de 09-17/08/1992.

Nota-se na Figura 1 que os resultados tiveram boa concordância entre fluxos de energia estimados e observados envolvendo o método 3 e 1 (não mostrado aqui), para os dois ecossistemas, exceto H para Floresta, onde se acredita ter ocorrido forte nebulosidade no período, por isso teve efeito inibidor na transformação da energia, visto que a sua presença reduz o balanço de energia.

Verifica-se que H teve uma melhor resposta que para a pastagem de que para a floresta, devido a característica da superfície e dependente do estado da atmosfera (temperatura e umidade). Em consequência houve esta discrepância para método de balanço de energia, onde se acredita que no caso da floresta houve erros nas medidas ou forte chuva durante período.

Na pastagem seca, a absorção desta energia resulta em um aquecimento forte da superfície, gerando um forte H na CLS, porém LE superestimou, conforme a Figura 3(a). Ao contrário, superfície úmida, comum em áreas florestadas, a radiação que penetra é usada na maior parte para a evaporação. Nesse caso, H é geralmente menor que LE e em consequência, a razão de Bowen é próxima de zero, conforme a Figura 3(b).

## CONCLUSÃO

Observou-se que para os métodos de balanço de energia e de Bulk que houve uma boa concordância, o que não aconteceu com outros demais métodos, provavelmente por dependerem dos coeficientes, ocasionando num aumento das discrepâncias e as incertezas quanto às estimativas.

## REFERÊNCIAS

Avissar, R., Pielke, R. A parameterization of heterogeneous land surfaces for atmospheric numerical models and its impact on regional meteorology. *Mon. Wea. Rev.* 117, p. 2113-2136, 1989.

Gash, J.H.C., Nobre, C.A., Roberts, J.M., Victoria, R.L. (Eds). *Amazonian Deforestation and Climate*. J. Wiley & Sons, Chichester. p. 567, 1996.

Noilhan, J., Planton, S. A simple parameterization of land surface processes for meteorological models. *Mon. Weather Rev.* 117, p.536-549, 1989.

Stull, R. B., *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*. Kluwer Academic, Norwell, Mass., p. 666, 1988.

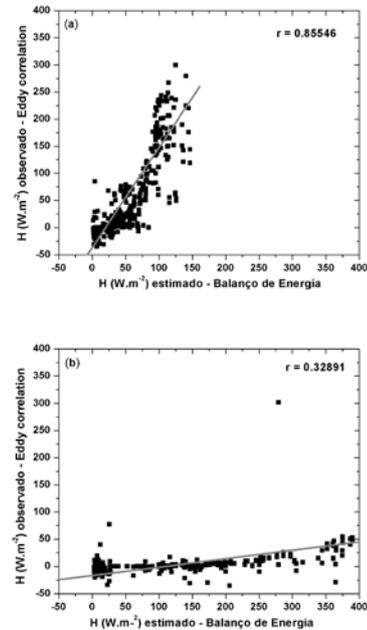


Figura 2. Diagrama de dispersão do fluxo de Calor Sensível entre Pastagem (a) e Floresta (b), para o período de 09-17/08/1992.

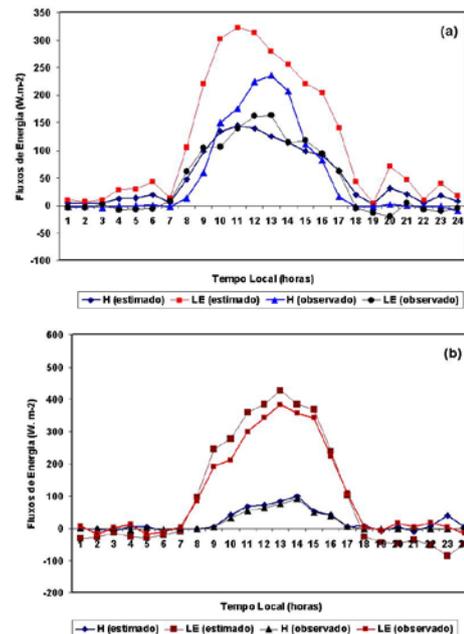


Figura 3. Variação diurna dos fluxos de energia usando o método 1 e 3 entre Pastagem (a) e Floresta (b), para o período de 09-17/08/1992.