

# ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO MÉTODO “EDDY COVARIANCE” NA DETERMINAÇÃO DO BALANÇO DE ENERGIA NA AMAZONIA - PROJETO ABRACOS

MÔNICA R. QUEIROZ<sup>1</sup>, ROBERTO F.F. LYRA<sup>2</sup>, THEOMAR. T.A.T. NEVES<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Meteorologista, Mestranda, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL, Fone: (0xx82) 3214-1370, [monicaqueiroz@terra.com.br](mailto:monicaqueiroz@terra.com.br). <sup>2</sup> Meteorologista, Prof. Doutor, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL. <sup>3</sup> Graduando em meteorologista, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** Neste trabalho é feita uma análise do fechamento do balanço de energia em superfície utilizando o método “eddy covariance”, em dois cenários: floresta nativa e pastagem na Amazônia (Rondônia). Os dados foram obtidos durante o Projeto ABRACOS nos anos de 1992, 1993 e 1994. O método da correlação dos vórtices turbulentos se mostrou bastante eficiente na determinação dos fluxos de calor sensível e de calor latente na área de pastagem, o mesmo não acontecendo na área de floresta.

**PALAVRAS-CHAVE:** BALANÇO DE ENERGIA, FLORESTA, AMAZÔNIA

## ANALYSIS THE EFFICIENCY OF METHOD “EDDY COVARIANCE” IN DETERMINATION OF THE ENERGY BALANCE IN AMAZONIA - PROJECT ABRACOS

**ABSTRACT:** In this work surface energy budget over natural forest and pasture in Amazônia (Rondônia), are analyzed. Micrometeorological observations from ABRACOS - Anglo Amazonian Climate Observation Study (1992, 1993 and 1994) and turbulent flux (eddy covariance), are utilized. The results had show that eddy covariance method are very efficient to determinate sensible heat and latent heat flux in pasture bat the same don't occur in the native forest area.

**KEYWORDS:** ENERGY BUDGET, FOREST, AMAZÔNIA.

**INTRODUÇÃO:** O desmatamento da floresta Amazônia é sem dúvida um dos assuntos que mais chamam a atenção dos cientistas, principalmente por ainda não serem conhecidos os vários processos que podem ser modificados com as mudanças de cobertura de solos (floresta por pastagem). A Amazônia é uma significativa fonte de calor latente na região tropical, que exerce controles importantes para a América do Sul, desempenhando assim um papel de grande importância na variabilidade de precipitação em escala continental. Esses argumentos e a constatação de altas taxas de desflorestamento na Amazônia (INPE 1992; FEARNSSIDE 1993) estimularam uma linha de investigação para o entendimento dos fluxos de superfície, através de experimentos de campo (SHUTTLEWORTH 1988; GASH et al. 1996; SILVA DIAS 1996; OLIVEIRA PINTO 2003). O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência do método “eddy covariance” a partir de resultados obtidos durante o projeto ABRACOS (Anglo-Brazilian Amazonian Climate Observation Study) em sítios de pastagem (PAS) e floresta (FLO) nos anos de 1992, 1993 e 1994.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram utilizados dados (médias horárias) do Projeto ABRACOS: fluxos turbulentos de calor sensível ( $H$ ) e de calor latente ( $LE$ ), saldo de radiação ( $R_n$ ) e fluxo de calor no solo ( $G$ ). Os dados foram colhidos nos anos de 1992, 1993 e 1994, tendo sido escolhidos apenas os períodos onde havia dados tanto na floresta e na pastagem (ver gráfico 1). No estudo foi considerado apenas o período diurno (06 às 17HL).

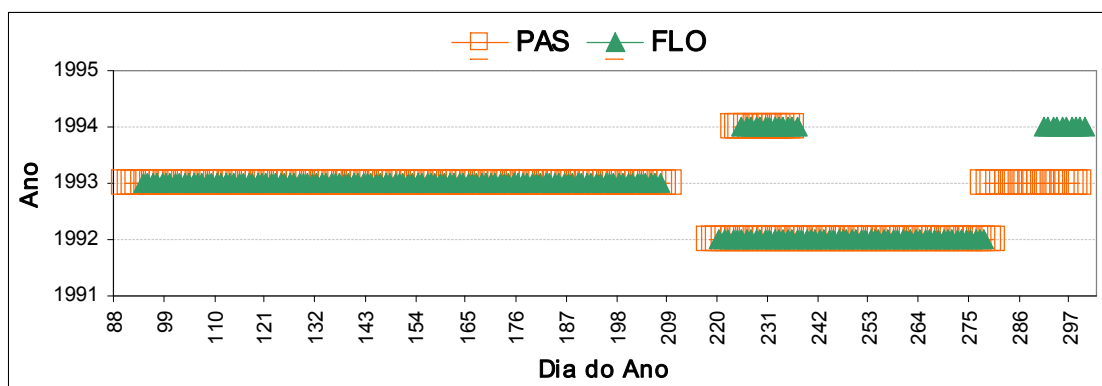


Gráfico 1 – Relação de dados disponíveis pelo Projeto ABRACOS.

As informações referentes aos quatro sítios experimentais estão agrupadas na tabela 1.

Tabela 1: Sítios experimentais - projeto ABRACOS.

Tipo de vegetação	Nome do sítio Experimental	Coordenadas	Localização
Pastagem	Fazenda Nossa Sra. Aparecida	62°22'W; 10°45'S	50 km a Noroeste de Ji-Paraná – RO.
	Fazenda Boa Sorte	48°45'W; 5°10'W	50 km de Marabá – PA
Floresta	Reserva Biológica do Jarú	61°55'W; 10°05'S	80 km a Norte de Ji-Paraná – RO.
	Reserva Vale do Rio Doce	49°10'W; 5°45'S	50 km ao Sul de Marabá – PA.

O cálculo do fechamento do balanço energia foi realizado baseado na equação clássica.

$$R_n = H + LE + G + F - S \quad (1)$$

$R_n$  - saldo de radiação ( $W.m^{-2}$ )

$G$  - fluxo de calor no solo ( $W.m^{-2}$ )

$H$  - fluxo de calor sensível ( $W.m^{-2}$ )

$LE$  - fluxo de calor latente ( $W.m^{-2}$ )

A entrada/saída de energia do sistema é dada por  $\Delta E$ :

$$\Delta E = F - S \quad (2)$$

Substituindo na equação 1:

$$\Delta E = Rn - H - LE - G \quad (3)$$

Geralmente este termo é negligenciado: hipótese de inexistência de fonte e/ou sumidouro. Neste trabalho o valor de  $\Delta E$  será o indicativo do fechamento do balanço, ou seja, o balanço fechou quando  $\Delta E$  for igual a zero. Para facilitar o valor de  $\Delta E$  foi expresso na forma de percentual do saldo de radiação ( $\Delta E_n\%$ ).

$$\Delta E_n = 100 \left( \frac{\Delta E}{Rn} \right) \quad (4)$$

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O fechamento do balanço de energia será analisado considerando uma margem de erro de 1%, ou seja, quando o valor absoluto de  $\Delta E_n$  inferiores ou iguais a 1% o balanço fechou. No ano de 1992 (Gráfico 2). A diferença entre floresta e pastagem é gritante. Enquanto na pastagem o balanço fecha em 100% dos casos, na floresta o percentual é de apenas 4,3%. É interessante notar que o maior percentual na floresta é de superestimativa (75,7%) sendo que em 48% dos casos o erro é superior a 10%. Os casos de subestimativa totalizaram 19,9%.

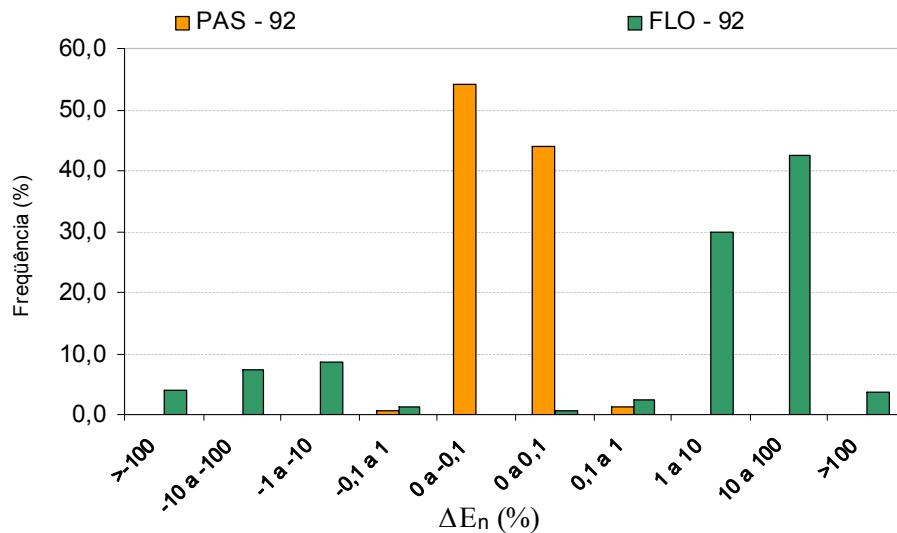


Gráfico 2: Distribuição de frequência de  $\Delta E_n$  para os sítios de pastagem (PAS) e floresta (FLO) no ano de 1992.

Em 1993 verifica-se um comportamento praticamente idêntico ao observado em 1992 (Gráfico 3). O percentual de fechamento na pastagem foi de 99,9%. Na floresta os casos de fechamento totalizaram 3,4% com 78% de superestimativa e 18,6% de subestimativa.

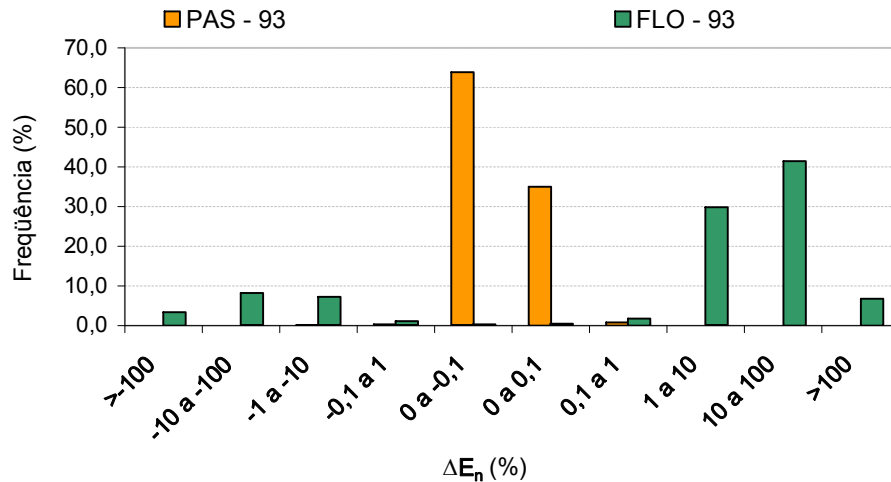


Gráfico 3: Distribuição de frequência de  $\Delta E_n$  para os sítios de pastagem (PAS) e floresta (FLO) no ano de 1993.

No ano de 1994 novamente o fechamento na pastagem foi de 100%. Na floresta foi verificado o maior percentual de fechamento do balanço dos três anos, mesmo assim ele é muito modesto (6,1%). O total de casos de superestimativa foi de 74,2% e os de subestimativa de 19,7%. Um fato interessante merece ser destacado: na pastagem 93,8% dos se situam no intervalo 0 a 0,1%.

A questão principal a respeito deste resultado é a seguinte: porque o balanço sempre fecha na pastagem e raramente na floresta? Em primeiro lugar é importante esclarecer que na as medidas são muito mais difíceis sendo os sensores instalados alguns metros acima do dossel cuja geometria é bastante complexa. Um outro fator importante é a inversão térmica que se forma acima do dossel durante o dia e que desaparece no final da tarde. Com isso, uma grande quantidade de ar quente e úmido é liberada para a atmosfera em pouco tempo. Deve-se considerar também problemas relacionados aos sensores como “efeito co-seno”

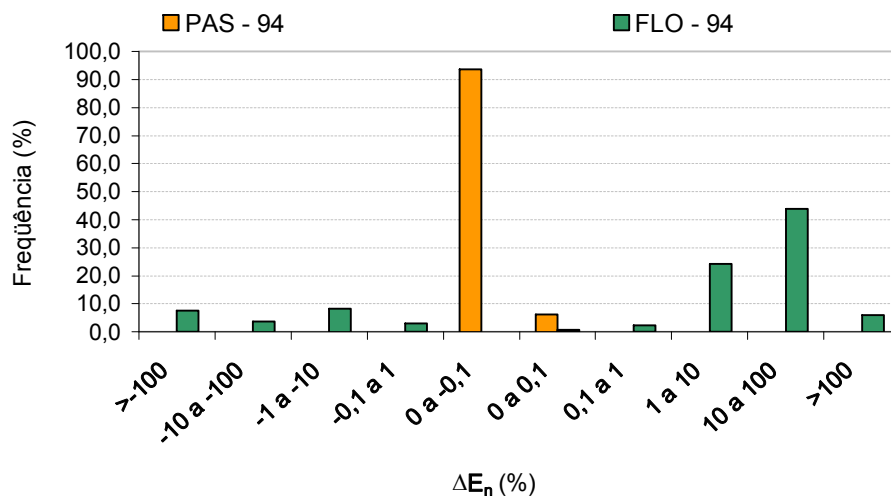


Gráfico 4: Distribuição de frequência de  $\Delta E_n$  para os sítios de pastagem (PAS) e floresta (FLO) no ano de 1994.

**CONCLUSÃO:** O método da correlação dos vórtices turbulentos se mostrou bastante eficiente na determinação dos fluxos de calor sensível e de calor latente na área de pastagem, o mesmo não acontecendo na área de floresta. Na pastagem a média de fechamento do balanço foi de 99,99% e, na floresta, 4,6%. O maior percentual de erro foi de superestimativa (76%). Considerando a faixa de erro de  $\pm 10\%$  o percentual de ocorrência foi de 40,6%.

**AGRADECIMENTO:** FAPEAL – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

FEARNSIDE, P.M. **Desmatamento na Amazônia: Quem tem razão – o INPE ou a NASA?**, *Ciência Hoje*, 1993, 16 (96):6-8.

GASH, J.C.H.; NOBRE, C.A.; ROBERTS, J.M.; VICTÓRIA, R. **Amazonian Deforestation and Climate**. John Wiley and Sons, Chichester, UK, pp. 1-14, 1996.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Deforestation in Brazilian Amazônia**. São José dos Campos, SP. 3 pp., 1992.

SILVA DIAS. **The Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA)**, Concise Experimental Plan. Compiled by the LBA Science Planning Group. Document available at CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista, SP, Brazil, 1996.

OLIVEIRA PINTO, L. D. V. de, **Fluxo de Energia Sobre uma Floresta Tropical na Amazônia**. 2003. 62 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto de astronomia, geofísica e ciências atmosféricas, USP, São Paulo.

SHUTTLEWORTH, W.J.. **Evaporation from Amazonian Rain Forest**. *Proc. Roy. Soc. B.*, 233:321-346, 1988.