

BALANÇO DE ENERGIA EM ÁREA DE FLORESTA NATIVA NA AMAZÔNIA DURANTE A ESTAÇÃO CHUVOSA - LBA 2002.

CINTIA RABELO DA ROCHA¹, ROBERTO F. F. LYRA²

¹Meteorologista, Pós-graduando do Instituto de Ciências Atmosféricas (ICAT), UFAL, Maceió – AL, Cintia_rabelo@hotmail.com.

²Ph.D. em Física da Atmosfera, Professor do Instituto de Ciências Atmosféricas (ICAT), UFAL, Maceió- AL

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

RESUMO: Neste trabalho é analisado o balanço de energia durante o experimento realizado em 2002 no âmbito do projeto LBA (Large Scale Biosphere - Atmosphere Experiment in Amazonia) para a estação chuvosa em área de floresta. O objetivo é compreender o papel da grande nebulosidade e dos eventos de precipitação na repartição da energia em superfície. Os resultados mostraram que, de um modo geral, a evolução de H, LE e RE durante o experimento acompanha a de Rn, sendo que Rn sempre apresenta os maiores valores e H apresenta os menores. A nebulosidade foi o fator que mais influenciou na variabilidade e repartição do balanço de energia, sendo na maioria dos casos mais significativa que a quantidade de chuva. Em média, 56,39% da energia disponível foram convertidos em calor latente, 10,75% foram convertidos em calor sensível e 32,85% da energia disponível dividiram-se entre fluxo de calor no solo, fontes e sumidouros (resíduo).

PALAVRAS CHAVE: Amazônia; balanço de energia; fluxos.

ABSTRACT: ENERGY BALANCE IN JARU FOREST AREA, AMAZONIA, 2002: WET SEASON. In this paper is analyzed the energy balance during LBA/2002 (Large Scale Biosphere - Atmosphere Experiment in Amazonia) for the wet season in forest area. The aim is to understand the influence of the big cloudiness and the rain in the surface energy division. The results showed that, in a general way, the H, LE and Waste evolution during the experiment is similar to Rn, that always shows higher values, and H shows the lower values. The cloudiness was the most important factor in the energy balance variability and distribution, being in most of the cases more significant than the rain quantity. On average, 56, 39 % of the available energy was converted in latent heat, 10, 75 % was converted in sensible heat and 32, 85 % of the available energy was divided between soil heat flux, fountains and sinks (waste).

KEYWORDS: Amazonia; energy balance; fluxes.

INTRODUÇÃO: A Amazônia brasileira é um território de 5032925 Km², que compreende os estados do Pará, Amazonas, Rondônia, Roraima, Acre e Amapá e parte dos estados do Tocantins, Mato Grosso e Maranhão (FISCH ET AL, 1998). Por muitas décadas esta região tem sido modificada pelo desmatamento e introdução de outras culturas e pecuária, o que reflete no balanço de energia em superfície tanto na Amazônia como em outros ecossistemas influenciados por ela. Neste trabalho, é feito um estudo baseado na repartição da energia em superfície durante a estação chuvosa, em área de floresta nativa, nos meses de janeiro a abril do ano de 2002. Para tal, foram utilizados dados do LBA/2002 coletados na Reserva Biológica do Jarú em Rondônia. O estado de Rondônia, de acordo com SILVA (Portal da SEDAM), localiza-se na Amazônia ocidental e possui clima do tipo Aw- Clima Tropical Chuvoso, úmido e quente durante o ano inteiro, com média de precipitação que varia de 1400

a 2500 mm/ano e média anual de temperatura do ar entre 24 e 26°. A região apresenta estação chuvosa que cobre os meses de Novembro a Abril (SILVA ET AL, 2004). A região amazônica recebe no topo da atmosfera um valor máximo de 36,7 MJ.m⁻².dia⁻¹ em Dezembro/Janeiro, meses que fazem parte da estação chuvosa, porém nessa mesma época ocorre o mínimo de radiação que chega à superfície, em função da nebulosidade, constantemente presente durante esses meses.

MATERIAIS E MÉTODOS: Foram utilizados dados micrometeorológicos, saldo de radiação (Rn) e fluxos turbulentos de calor sensível (H), calor latente (L) e o resíduo (RE) (RE=Rn-[H+LE]). O resíduo representa a soma do fluxo de calor no solo com as fontes e sumidouros. As medidas foram realizadas durante o experimento LBA/2002, em local com cobertura vegetal típica de floresta: Reserva Biológica do Jaru: (10°4'S; 61°55'W). Foram escolhidos os dias que não apresentavam falhas entre o nascer e o pôr do sol: Dias Julianos 22, 36, 38, 41, 42, 46, 66, 67, 71, 73, 80, 81, 83, 85, 89, 95, 99, 105 e 119. A partir das médias horárias, foram calculados as médias diárias (de 0h às 24hs) e os fluxos integrados do nascer ao pôr do sol. Para tal, os fluxos originalmente em W.m⁻² foram transformados em Joules, assim, o resultado para cada dia é dado em MJ.m⁻².dia⁻¹. A partir dos valores diários de fluxos integrados de H e LE foram calculados os valores para Razão de Bowen (β). Foram também calculadas as porcentagens de H e LE com relação a Rn, assim como a média, o desvio padrão (σ) e desvio padrão da média (σ /média). Para verificar a cobertura de nuvens nos dias estudados utilizaram-se imagens provenientes do browser de visualização de imagens de satélite GIBBS/ NOAA.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: A figura 1 mostra um comparativo entre os fluxos integrados de Rn, H, LE e Re para os dias estudados. Como o esperado, Rn apresentou os maiores valores em dias com pouca ou nenhuma precipitação. Em geral as oscilações de Rn se refletem diretamente nos demais termos com algumas exceções. A maior parte da energia disponível foi convertida em calor latente, 56,39% em média. Fato normal em região de floresta tropical em estação chuvosa.

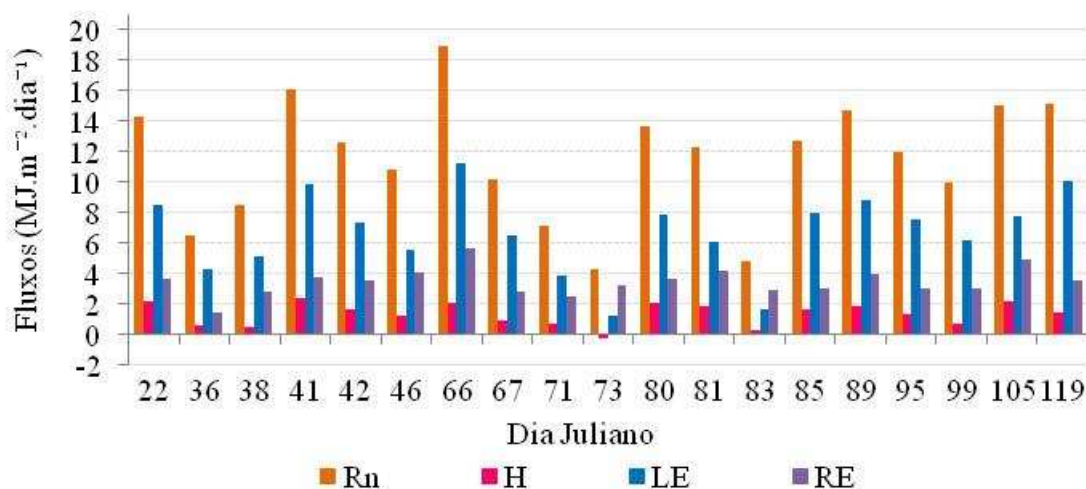


Figura 1 - Comparação entre Rn, H e LE e RE durante o experimento.

Em contrapartida, a parte utilizada para aquecer o ar (H) foi de apenas 10,75%. O resíduo apresentou uma média de 32,85% da energia disponível o que representa um valor muito alto. Desconsiderando a existência de fontes ou sumidouros, abordagem comumente utilizada, RE representa basicamente a energia estocada no solo e na biomassa. Estudos já realizados anteriormente na região mostraram que a soma destes dois termos é sempre inferior a H. O fato é que a água da chuva funciona como sumidouro (resfriamento) e é comum a formação de condensação após os episódios de precipitação. O fluxo integrado máximo de Rn ocorreu no DJ66 que correspondeu a $18,94 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, e um mínimo de $4,25 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ no DJ73, apresentando uma média de $11,54 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. O Desvio Padrão (σ) foi de $3,95 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, o que representou aproximadamente 34% da média. H apresentou valor máximo de $2,40 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ no DJ41 e mínimo de $-0,17 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ no DJ73, com uma média de $1,36 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e σ igual a $0,74 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, o que representa em torno de 54% da média. Os fluxos integrados de LE apresentaram valores máximo e mínimo de $11,18 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $1,21 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ no DJ66 e DJ73, respectivamente. Sua média foi de $6,70 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e σ obteve o valor de $2,67 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, representando aproximadamente 39% da média. O valor máximo de RE foi de $5,64 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e ocorreu no mesmo dia em que LE foi máximo (DJ66). O RE mínimo de $1,51 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ocorreu no DJ36 e a média foi de $3,47 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. O desvio padrão de RE foi de $0,91 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, o que representou 26% da média. As razões entre os diversos termos foram agrupadas na tabela 1. Nela pode-se verificar que LE correspondeu, em média, a 56% de Rn, com frações máxima e mínima de 0,67 e 0,28 do valor total de Rn nos DJ119 e DJ73, com um desvio padrão de 0,10, o que correspondeu a 17% da média. A relação linear entre LE e Rn foi boa, com um coeficiente de determinação 0,94. A Razão de Bowen (H/LE) apresentou um valor máximo de 0,31 no DJ81 e um mínimo de -0,14 no DJ73, com média de 0,18, $\sigma = 0,97$ e um desvio padrão da média de aproximadamente 53%. H correspondeu a no máximo 0,155 de Rn no DJ81 e no mínimo de -0,04 no DJ73, com uma média de 0,11 e σ de 0,04, correspondendo a 43% da média.

Tabela 1 - Estatísticas de H/LE, H/Rn, LE/Rn e Resíduo/Rn

	H/LE	H/Rn	LE/Rn	Resíduo/Rn
Média	0,18422	0,10753	0,56392	0,32854
σ	0,09753	0,04676	0,10069	0,13238
σ/Média	0,52945	0,43483	0,17856	0,40294
Máximo	0,31314	0,15576	0,66895	0,75581
Mínimo	-0,14591	-0,04171	0,28590	0,23326

A relação entre cada um dos termos e Rn foi verificada também através de regressões lineares (variável versus Rn). A regressão entre H e Rn obteve um coeficiente de determinação (R^2) de 0,84. Ela foi melhor entre LE e Rn com R^2 igual a 0,93. No caso de RE x Rn, R^2 foi igual a 0,56. A figura 2 mostra a evolução de H/LE e as frações de Rn a que H, LE e RE corresponderam. Conforme já mencionado anteriormente, LE detém a fração maior de Rn, e RE/Rn ultrapassa as LE/Rn em duas ocasiões: DJ73 e DJ83. Foram calculados também os fluxos médios diários de Rn, H e LE para os dias em questão. Rn obteve a maioria dos valores entre $0,216 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $0,648 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, H apresentou valores na faixa entre 0,18 $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$

$^2.\text{dia}^{-1}$ e $0,432 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e LE ficou entre $0,0144 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $0,0972 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, valores semelhantes foram encontrados para uma localidade na Amazônia central (IMBUZEIRO ET AL, 2007).

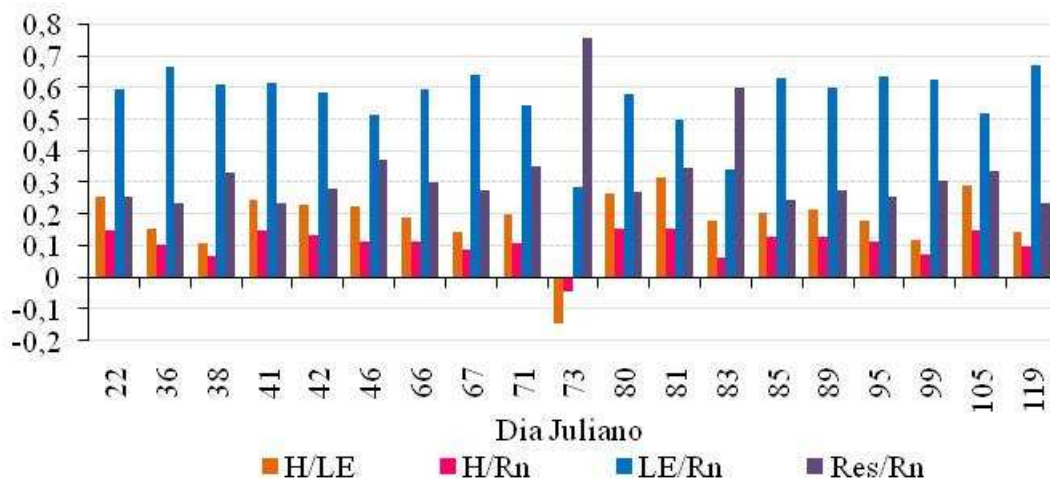


Figura 2: Comparação entre H/LE, H/Rn, LE/Rn e Resíduo/Rn durante o experimento.

CONCLUSÕES: De acordo com os resultados alcançados, foi concluído que o que mais influenciou na repartição e variabilidade dos termos do balanço de energia foi a cobertura de nuvens, que, na maioria dos casos foi mais significativa do que a quantidade de chuva. No entanto, a chuva e as mudanças de fase da água representam grande dificuldade no fechamento do balanço de energia. A maior parte da energia disponível foi convertida em calor latente, 56,39% e apenas 10,75% da energia foi convertida em aquecimento do ar. A parte remanescente da energia disponível (RE) representou 32,85%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

FISCH, G.; NOBRE, C. A.. Uma revisão geral do clima da Amazônia. *Acta Amazonica*, v. 28, n. 2, 1998.

GIBBS/NOAA. Browser de visualização de imagens de satélite. Disponível em: <www.ncdc.noaa.gov/gibbs/>. Acesso em: 16 de jun. 2009.

IMBUZEIRO, H. M. A.; LIMA, F. Z. ; LEITE, C. C.; AMORIM, R. C. F.. Caracterização dos fluxos de energia do ecossistema de floresta amazônica. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2007, Aracaju-SE.

SILVA, Marcelo José Gama da; SARAIVA, Fabio Adriano Monteiro; ARAUJO, Maria Lucilene Paiva de . Aspectos Climáticos de Porto Velho - Rondônia. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2004, Fortaleza - CE.

SILVA, M. J. G. Climatologia do Estado de Rondônia. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/web/guest/Meteorologia/Climatologia>>. Acesso em 20 de jun. 2009.