

CARACTERIZAÇÃO DO FLUXO DE CALOR NO SOLO EM UMA ÁREA DE PASTAGEM NA AMAZÔNIA DURANTE OS PERÍODOS DE TRANSIÇÃO ESTACIONAL.

ALLAN R. SILVA¹, MARCOS A. L. MOURA², CÁSSIO N. BARRETO³, CARLOS A. S. QUERINO⁴, ALEXANDRE S. DOS SANTOS¹, M. F. NASCIMENTO FILHO²

1 Graduando Meteorologia/UFAL, Instituto de Ciências Atmosféricas/UFAL – Maceió, Al, Fone: (0 xx 82) 3214 1370, dhrip@fca.ufpe.br; 2 Meteorologista, Prof. Doutor, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL; 3 Meteorologista, Petrobras, Maceió – AL; 4 Meteorologista, Bolsista INPA, Manaus - AM

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

RESUMO: O fluxo de calor no solo (FCS) é função da temperatura em diferentes níveis e da condutividade térmica do solo, sendo influenciado diretamente pela variação da primeira. Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento do fluxo de calor em dois períodos de transição (úmido-seco e seco-úmido) em uma área de pastagem na Amazônia. Foram analisados dados de fluxo de calor no solo (FCS) coletados durante o experimento EUSTACH I e II (European Studies on Trace Gases and Atmospheric Chemistry) em uma área de pastagem em Rondônia (10°45'S, 62°22'W). O valor médio de FCS no período seco-úmido foi maior em relação ao período úmido-seco. No período seco-úmido ocorreu o oposto em relação ao úmido-seco onde uma grande variação na amplitude do FCS com picos máximos superiores a 80 W m⁻² e mínimos de 50 W.m⁻², devido a baixa nebulosidade demonstrando uma maior incidência de energia atingindo diretamente o solo além do fato da pastagem está murcha.

PALAVRAS-CHAVE: amazônia, fluxo de calor solo.

CHARACTERIZATION OF THE SOIL HEAT FLUX AT AMAZONIAN PASTURE SITE DURING THE SEASONAL TRANSITION PERIODS

ABSTRACT : The soil heat flux (FCS) is the temperature, in different levels, and the soil thermic conductivity function, being directly influenced by first level variation. This paper had as objective to study the soil heat flux behavior in two seasonal transition periods (wet-dry and dry-wet) in an Amazonian pasture. The soil heat flux (FCS) data were collected during the EUSTACH I and II (European Studies on Trace Gases and Atmospheric Chemistry) experiment carried out in the Rondonia pasture site (10°45'S, 62°22'W). The average FCS in the dry-wet period was biggest than wet-dry period. In the dry-wet period occurred the opposite in regard to the wet-dry where a big variation in the amplitude of the FCS with maximum peaks of 80 W m⁻² and minimum value of 50 W.m⁻². It happened due to the small cloudiness demonstrating that a high incidence of solar energy reaching directly the soil besides on fact of the pasture is drier.

KEYWORDS: Amazonia, soil heat flux.

INTRODUÇÃO: Esse desflorestamento em grandes proporções da Amazônia causará efeitos significativos no ambiente natural como a eliminação de espécies florestais, erosão do solo e a possibilidade de mudanças nos climas regional e global. Outras características relevantes da Amazônia são a Região Hidrográfica, considerada a maior bacia hidrográfica do mundo; o clima quente e úmido e os solos pobres em minerais dos tipos latossolo de textura argilosa (45%) e podzólico vermelho-amarelo também de textura argilosa (30%), mas que devido ao ciclo de

nutrientes existente por causa da grande quantidade de material orgânico vindo da própria floresta a mantém sempre exuberante.

O que controla as variações na temperatura do solo é o fluxo de calor no solo (**FCS**) e segundo MASSMAN (1992) o uso do **FCS** serve para deduzir propriedades da vegetação, verificar externamente as correlações de vórtices a partir de medição de fluxos turbulentos e parametrizar os modelos de larga escala.

O **FCS** depende, basicamente, da sua condutividade térmica, calor específico, emissividade e coloração, os quais dependem do tipo do solo. A condutibilidade do solo varia com o seu conteúdo de água: quando o solo está seco, a superfície de contato entre suas partículas é pequena; porém, quando se torna úmido, forma-se uma película de água ao redor de cada partícula e o calor pode ser transferido através da água quando essas partículas imergem. (MAHFOUF & NOILHAN, 1991). O objetivo principal é avaliar a variação do **FCS** para contribuir na caracterização de possíveis modificações microclimáticas na interface solo-atmosfera durante dois períodos de transição (úmido-seco e seco-úmido) em uma pastagem na Amazônia.

MATERIAIS E MÉTODOS: O sítio experimental localiza-se no município de Ouro Preto D'Oeste, localizado a 47 km à noroeste de Ji-Paraná sob as coordenadas 10° 46'S e 62° 21'W, a 267 m acima do nível médio do mar, no estado de Rondônia, a Fazenda Nossa Senhora Aparecida é uma área de pastagem, cuja vegetação natural (floresta) foi totalmente substituída por gramíneas (*Brachiaria brizantha*) (GALVÃO & FISCH, 2000), que tem a forma touceirada e atinge uma altura entre 1 e 1,5 m, cujas folhas são poucos pilosas, adaptando-se muito bem tanto a solos secos quanto úmidos.

A floresta em Rondônia tem sido progressivamente desmatada durante os últimos 35 anos. A Fazenda Nossa Senhora Aparecida (FNS) teve seu primeiro desmatamento utilizando fogo em 1977, e desde 1991 tem uma vegetação considerada homogênea e de um gramado perene (ANDREAE et al., 2002), ou seja, é uma fazenda destinada à criação bovina, apresentando uma vegetação de porte baixo (pastagem) sendo esta paisagem predominante não só na FNS como também nas suas proximidades.

Os dados foram coletados durante os meses de transição da estação “úmida para seca” (21 de Abril a 21 de Maio 1999) e os meses de transição da estação “seca para úmida” (16 de Setembro a 23 de Outubro 1999) desta região, quando estava sendo realizado o projeto LBA-EUSTACH (Experimento de Grande Escala da Biosfera – Atmosfera na Amazônia / European Studies on Trace Gases and Atmospheric Chemistry) instalado no mesmo sítio experimental do antigo projeto ABRACOS (Anglo-Brazilian Amazonian Climate Observation Study).

Nos dois períodos experimentais foram utilizados uma bateria de 3 fluxímetros, medições da radiação global e precipitação. Os fluxímetros são do modelo HFT3 (Campbell Scientific, Inc, EUA), os quais foram instalados a 10 cm de profundidade, cujo valor armazenado é uma média dos três instrumentos. O objetivo de se usar uma bateria é no sentido de que as irregularidades do solo sejam minimizadas. Para aquisição e armazenamento dos dados foi utilizado um Datalogger CR-10 (Logan, Utah, EUA). Foi possível obter para todas as variáveis dados com médias de 30 minutos, mas de medições com frequência de 10 Hz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A radiação solar incidente à superfície é a fonte primária para todas as componentes do balanço de energia (calor latente, sensível e do solo), cujas componentes afetam as características microclimáticas na interface solo-atmosfera, particularmente as propriedades térmicas. O fluxo de calor no solo (**FCS**) é função da

temperatura em diferentes níveis e da condutividade térmica do solo, sendo influenciado diretamente pela variação da primeira.

O fluxo de calor no solo durante o período seco-úmido (Figura 1) apresenta-se sempre superior em relação ao período úmido-seco, apesar de existir uma pequena diferença entre ambos. Vários fatores podem estar relacionados a estas diferenças:

- A R_g foi superior no período seco-úmido (Silva, 2004), principalmente no turno matutino, o que também se refletiu no fluxo de calor no solo;
- Como choveu mais no turno vespertino (Silva, 2004), então se confirmou a tendência da diferença nos fluxos ser menor neste período;
- No período seco-úmido mais energia atinge diretamente o solo, pois a pastagem está mais seca e, conseqüentemente, apresenta menor índice de área foliar (IAF), ou seja, maior porção de solo exposto diretamente à radiação solar incidente, já que no período úmido-seco a pastagem está mais verde e densa, o que acarreta uma redução no albedo de 2 pontos percentuais (21% no seco e 19% no chuvoso), segundo MOURA (2000), significando que menos energia fica disponível para atingir o solo, uma vez que também parte da energia é utilizada na fotossíntese.

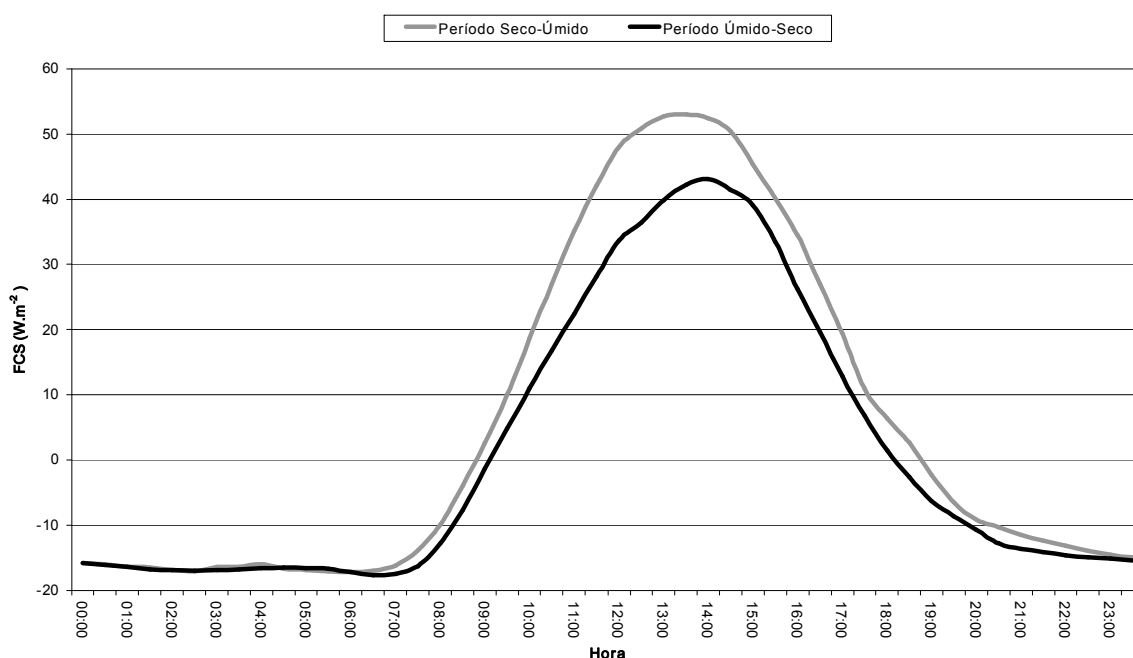


Figura 1 - Comparação da média horária do fluxo de calor no solo (FCS), em $W.m^{-2}$, durante os dois períodos de transição.

Ainda na Figura 1 observa-se que existe uma tendência das curvas se igualarem no turno noturno por conta da emissão natural de energia por parte do solo, independente da época do ano.

O aquecimento solar da superfície é a força básica de condução de fluxos de calor para a atmosfera e para níveis mais profundos do solo. Convencionalmente o FCS, por ser o menor termo do balanço de energia, é especialmente variável e muito difícil de medir. A variação diária do FCS pode ser observada na Figura 2 para ambos os períodos de transição, onde nota-se a pouca variabilidade no período úmido-seco (médias dos somatórios diurno e noturno foram de $385,94 W.m^{-2}$ e $-345,15 W.m^{-2}$, respectivamente), possivelmente pelo fato de que incidiu menos

energia radiante, assim como podemos afirmar que a vegetação agiu como um anteparo na conservação de energia, bem como existe um maior equilíbrio entre o que é absorvido e emitido pelo solo. Ainda é interessante notar que a precipitação do dia 14/05/99, ocorrida após um período de 15 dias sem chuva, causou um forte decréscimo no FCS (Figura 2a), já que foi uma precipitação noturna e alterou o comportamento do FCS durante todo o dia seguinte.

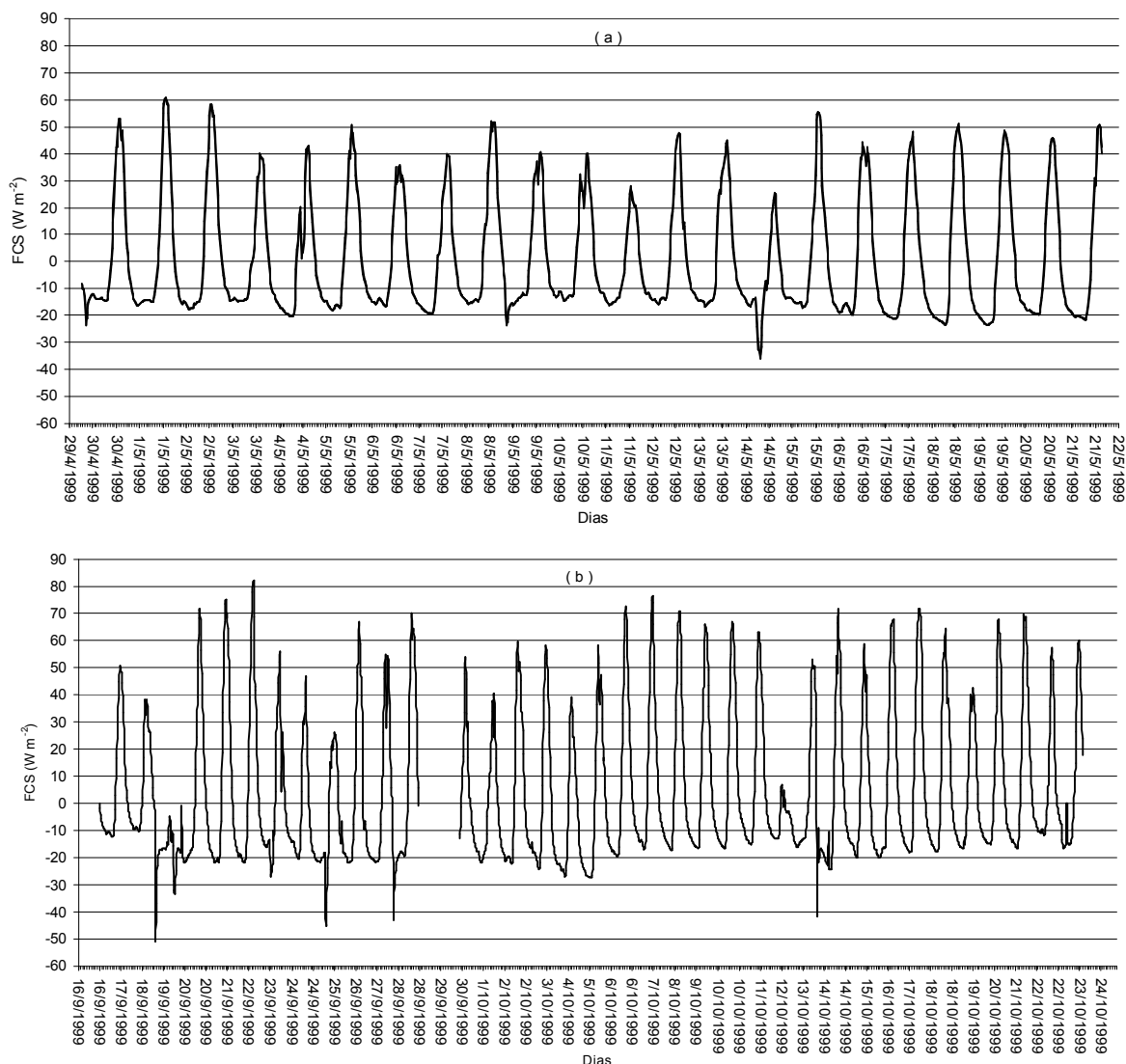


Figura 2 - Variação diária do Fluxo de Calor no Solo ($W.m^{-2}$) para os períodos: a) úmido-seco; b) seco-úmido.

Já no período seco-úmido (Figura 2b) ocorreu uma grande variação na amplitude do FCS (média dos somatórios diurno $565,24 W.m^{-2}$ e de $-321,61 W.m^{-2}$ no noturno), com picos máximos superiores a $80 W.m^{-2}$ e mínimos de $-50 W.m^{-2}$, devido a baixa nebulosidade, o que demonstra que mais energia incidente atinge o solo diretamente, já que a pastagem está seca. Também foi observada a influência da precipitação no ciclo do FCS, tanto que no dia 18 e 19/09/99 ocorreu uma grande precipitação, o que descaracterizou a curva de FCS atingindo um valor mínimo de $-50 W.m^{-2}$, fato este já comprovado por ALVALA et al. (2002) quando estudou o FCS na

pastagem em Rondônia no mês de Agosto. É importante ainda ressaltar que os referidos autores salientaram a importância de passagem de frentes frias no ciclo do **FCS**.

CONCLUSÃO: Apesar de existir uma insignificante diferença os valores de **FCS** no período seco-úmido apresenta-se sempre superior em relação ao outro período devido a vários fatores: O valor de R_g superior no período seco-úmido, principalmente no turno matutino, refletindo no valor de **FCS**; confirmada a tendência da diferença do **FCS** ser menor no turno vespertino devido a maior quantidade de precipitação neste turno; o fato da pastagem estar seca no período seco-úmido apresentando um menor IAF deixando o solo mais exposto à radiação solar já que no período úmido-seco a pastagem está mais verde e densa, diminuindo o albedo além de parte da energia ser utilizada para a fotossíntese. A variação diária do **FCS** no período úmido-seco apresentou-se pequena possivelmente por causa da menor incidência de energia radiante ocasionada pela maior nebulosidade no período além do fato da vegetação, verde e mais densa, agir como um anteparo na conservação da energia. No período seco-úmido ocorreu o oposto uma grande variação na amplitude do **FCS** com picos máximos superiores a 80 W m^{-2} e mínimos de 50 W.m^{-2} , devido a baixa nebulosidade demonstrando uma maior incidência de energia atingindo diretamente o solo além do fato da pastagem está murcha. Um importante fator que contribui para a alta amplitude do valor de **FCS** neste período foi a precipitação ocorrida em alguns dias no período seco-úmido diminuindo bruscamente seu valor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALVALÁ, R. C. S. et al. **Intradiurnal and seasonal variability of soil temperature, heat flux soil moisture content, and thermal properties under Forest and Pasture in Rondônia.** J. Geophysical Research, v. 107, n D20, 2002, p. 1-20.
- ANDREAE, M. O. et al. **Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, trace gases, and aerosols in Amazônia: The LBA-EUSTACH experiments.** J. Geophys. Res., v. 107, n. D20, 8066, doi:10.1029/2001JD000524, 2002.
- GALVÃO, J. A. da C.; FISCH, G. **Balanco de energia em áreas de floresta e de pastagem na Amazônia (Ji-Paraná, RO).** Rev. Brás. Meteorol., v. 15, n.2, p.25-3799, 2000.
- MAHFOUF, J. F.; NOILHAN, J. **Comparative study of various formulations of evaporation from bare soil using in situ data.** J. Appl. Meteorol., v. 30, p. 1354-65, 1991.
- MASSMAN, W. J. **Correcting errors associated with soil heat flux measurements and estimating soil thermal properties from soil temperature and heat flux late data.** Agric. For. Meteorol., v. 59, p. 246-66, 1992.
- MOURA, M. A L. **Balanco de radiação à superfície e fluxo de calor no solo em áreas de floresta nativa e pastagem no oeste da Amazônia brasileira.** Botucatu, p. 118, 2000. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista-UNESP.
- SILVA, J. K. A. da. **Estudo do Comportamento da Radiação Solar Global e Saldo De Radiação em uma Área de Pastagem na Amazônia Durante os Períodos de Transição úmido-seco e seco-úmido.** Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas-UFAL, 2004, 55p.