



## ESTIMATIVA DOS FLUXOS DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE EM UM POMAR DE MANGUEIRA.

JOSÉ. D. S.FILHO<sup>1</sup>, MARIA. C. F. OLIVEIRA<sup>1</sup>, JOSÉ. A. S. JÚNIOR<sup>2</sup>, JOSÉ. P. COSTA<sup>1</sup>, JOSÉ. H. BRAZÃO<sup>1</sup>, INGRIDI. M. SOUZA<sup>3</sup>, ABNOÃ. C. COSTA<sup>4</sup>.

1 – Professor Adjunto - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Belém, PA :  
danilofilho@ufpa.br / oliveiramaca@gmail.com.

2- Engenheira Agrônoma, Prof<sup>a</sup> Mestre em FAMET/UFPA Belém-PA Prof<sup>a</sup> Mestre em

2 – Doutorando – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Belém-Pa

3 – Meteorologista – Universidade Federal do Pará , Instituto de geociência, Faculdade de Meteorologia, Belém-PA.

4 – Discente de Meteorologia. Universidade Federal do Pará , Instituto de geociência, Faculdade de Meteorologia. – [abnoa@hotmail.com](mailto:abnoa@hotmail.com)

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de  
Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos  
Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo estimar os fluxos de calor sensível e latente em um pomar de mangueiras (Manga Rosa), para fins comerciais e de exportação, a fim de viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio, por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimento em benefício da sociedade. Os fluxos foram estimados através do gradiente de temperatura do ar e da umidade específica, que é uma medida indireta, que esta baseada na Similaridade de Monin-Obukhov. Os resultados mostram que durante o ano, o mês mais chuvoso, é março, e a radiação global é menor, quando comparado ao mês mais seco, outubro, isso se deve a grande influência da cobertura de nuvens e a umidade do ar presente na atmosfera, gerando assim, a condensação do vapor d'água e a precipitação, registrando diminuição da radiação solar global. Os fluxos de calor sensível e latente apresentaram magnitudes bem distintas entre o mês mais chuvoso e o mais seco, apresentando a mesma tendência, porém menor no mês mais chuvoso e mais elevado no mês seco, onde em ambos os meses, a maior parcela de energia foi utilizada na forma de calor sensível.

**PALAVRA CHAVES:** fluxos de calor sensível, fluxo de calor latente, pomar de mangueira.

**ABSTRACT:** This study aimed to estimate sensible and latent heat flow in a mango orchard (Manga Rosa), for commercial and export in order to feasible solutions for the sustainable development of agribusiness, through the generation, adaptation and transfer knowledge for the benefit of society. Flows were estimated by the gradient of air temperature and specific humidity, which is an indirect measure, which is based on the Monin-Obukhov similarity. The results show that during the year, the wettest month is March, and the global radiation is





lower when compared to the driest month in October, this is due to the great influence of cloud cover and humidity in the atmosphere, generating thus the condensation of water vapor and precipitation, recording decrease of solar radiation. The sensible heat flux and latent showed distinct magnitudes between the wettest month and driest, showing the same trend, but lower in the wettest month and higher in the dry month, where in both months, the largest portion of energy was used in the form of sensible heat.

**KEYWORDS:** sensible heat flux, latent heat flux, orchard hose.

## INTRODUÇÃO

Os fluxos de superfície terrestre e das componentes do balanço de energia, especialmente componentes latentes e sensíveis, são de suma importância na estimativa da evapotranspiração, o que vem a ser também relevante para monitorar o clima da superfície terrestre, para avaliar esquemas de parametrização em modelos climáticos (utilizados para prever fluxos entre a superfície e a baixa atmosfera) e para aplicações agrícolas (como o manejo da irrigação). A Amazônia possui a maior floresta tropical úmida do planeta e abrange uma área de aproximadamente 7,2 milhões de Km<sup>2</sup>, sendo muito importante por ser uma valiosa fonte de calor e umidade que exerce influência no transporte meridional de energia e vapor d'água para as latitudes médias e altas. Neste sentido, a mudança da floresta por pastagem ou atividade agrícola pode causar mudanças nos padrões de temperatura, umidade, precipitação, etc. (LEITAO, 1994; LOPES, 1999; SANTOS, ET AL, 2002; SOUZA FILHO, 2002). Este trabalho de pesquisa tem como objetivo quantificar os fluxos de calor sensível e latente, para dois meses distintos, mês mais chuvoso e menos chuvoso, durante o ano de 2012, no interior de um pomar de mangueira, onde os mesmos serão estimados através do método do gradiente que é uma medida indireta que esta baseada na similaridade de Monin-Obukhov, a qual diz que a média vertical do fluxo de uma quantidade é proporcional ao gradiente vertical da quantidade no intervalo de tempo medido, para entendermos a influência desse ecossistema e servir de subsídios aos estudos de modelagem, sobre as respostas das interações entre o pomar de mangueiras e a atmosfera.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de Ecossistemas Costeiros “Modestos Rodrigues” em um pomar de mangueira localizado na Vila de Cuiarana, no município de Salinópolis, no estado do Pará, (00°39'14” Sul e 47°16'07” Oeste), com uma área de 22 ha. A plantação do pomar de mangueira é da variedade, Manga Rosa (CV. TOMMY AT Kins), plantada para fins comerciais de exportação e de boa aceitação comercial no país, com 15 anos de idade, em fileiras orientadas no sentido Leste – Oeste, com espaçamento de 10 m entre linhas e fileiras. Neste sítio medidas das variáveis meteorológicas, média a cada trinta minutos, vem sendo realizadas em uma torre micrometeorológica de 13 m de altura. Os sensores de temperatura do ar e umidade estão instalados a 2 m e 15 m de altura. Dados de precipitação pluviométrica e radiação global foram obtidos por um pluviômetro e





um piranômetro, respectivamente, instalados a 13 m de altura. Estas medidas fazem parte do Projeto “Implantação do Sítio Experimental em um Pomar de Mangueira”. Para a análise dos fluxos de calor sensível e latente de períodos com maior e menor disponibilidade de energia, para os processos biofísicos, foram confrontados dois meses do ano de 2012, sendo o mês de março representativo do período chuvoso e o mês de outubro do período menos chuvoso. Foram calculadas as médias aritméticas horárias e diárias para os meses estudados. O método do gradiente está baseado na teoria de similaridade de Monin-Obukhov, a qual diz que a média vertical do fluxo de uma quantidade é proporcional ao gradiente vertical da quantidade no intervalo de tempo medido. Neste trabalho os fluxos de calor sensível e latente foram estimados para a camada compreendida entre 2 m e 15 m de altura. As equações abaixo foram utilizadas para estimar os fluxos de calor sensível e latente.

$$H = \rho c_p K_H \left( \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad LE = \rho_{ar} c_p L_v K_e \left( \frac{\partial q}{\partial z} \right)$$

Onde H e LE são respectivamente, os fluxos de calor sensível e latente ( $W m^{-2}$ ),  $\rho$  é a densidade do ar,  $c_p$  é o calor específico a pressão constante,  $K_H$  e  $K_E$  são os coeficientes de difusão turbulenta do calor e do vapor d'água, respectivamente, para uma atmosfera estável  $K_H = K_E = 1$ ,  $L_v$  é o calor latente de evaporação,  $\left( \frac{\partial T}{\partial z} \right)$  é o gradiente vertical de temperatura e  $\left( \frac{\partial q}{\partial z} \right)$  é o gradiente vertical de umidade específica.

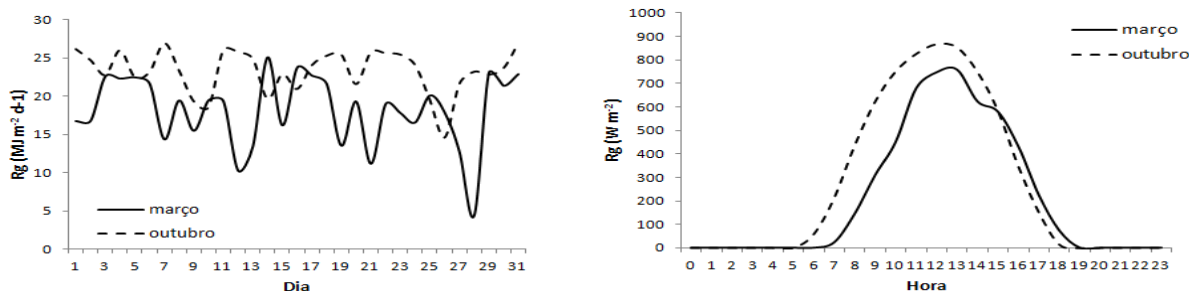
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### - Variação diária e horária da Radiação global para o mês de março e outubro de 2012.

A Figura 01 (a) mostra a variação diária da radiação global para o mês de março (mais chuvoso) e outubro (mês seco), e observa-se valores mais elevados no mês seco, com valor médio de  $23,4 MJ m^{-2} dia^{-1}$  e valores mínimos no mês mais chuvoso, com valor médio de  $18,1 MJ m^{-2} dia^{-1}$ . A figura 01 (b) mostra a variação horária da radiação solar para os meses estudados, com tendência de variação semelhante, com valores máximos as 13:00 horas, sendo de  $869,4 W m^{-2}$  em outubro, enquanto que, os valores mínimos em março, foram de  $757,2 W m^{-2}$ .

Figura 01 – Variação diária e horária da Radiação Global para o mês de março e outubro de 2012.

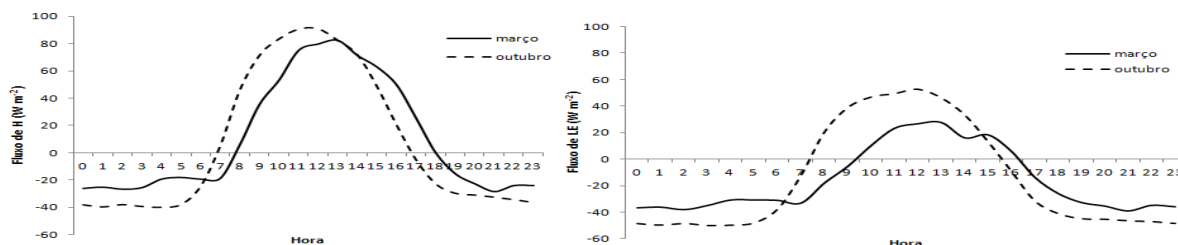




### - Fluxo horário de calor sensível e calor latente para os meses de março e outubro de 2012.

De acordo com as Figuras 02 (a) e (b), que mostram os fluxos horários de calor sensível e latente para os meses de março e outubro, onde os fluxos apresentam comportamentos semelhantes, sabendo que o fluxo negativo de calor sensível é utilizado para resfriar a atmosfera e o fluxo de calor latente, para condensar o vapor d'água (deposição de orvalho), com mínimos de  $-19,2 \text{ W m}^{-2}$  e  $-30,8 \text{ W m}^{-2}$ , em março, as 06:00 horas e de  $-40,1 \text{ W m}^{-2}$  e de  $-49,7 \text{ W m}^{-2}$  em outubro, as 04:00 horas, respectivamente. A partir das 07:00 horas, podemos observar que conforme a radiação incide na superfície, a energia é utilizada para aquecer a atmosfera e para o processo de evapotranspiração. Os fluxos máximos de calor sensível e latente foram de  $90,6 \text{ W m}^{-2}$  e  $52,5 \text{ W m}^{-2}$ , para o mês de outubro, e ocorreu as 12:00 horas, e de  $82,3 \text{ W m}^{-2}$  e  $28,0 \text{ W m}^{-2}$  para o mês de março, e ocorreu as 13:00 horas, respectivamente, demonstrando que a maior parcela de energia foi utilizada na forma de calor sensível, expressando seu predomínio em relação ao calor latente. O fluxo de calor sensível foi em média o dobro do que o fluxo de calor latente, no mês mais chuvoso e muito maior no mês seco.

Figura 02 - Fluxo horário de calor sensível e calor latente para os meses de março e outubro de 2012.





## CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos no estudo, conclui-se que: Os valores médios mensais da precipitação pluviométrica apresentam o mês mais chuvoso, março, devido a ZCIT, e o mês seco, outubro, devido aos efeitos locais e a convecção. Os componentes do balanço de energia apresentam variação bem definida, com magnitudes bem distintas entre o mês mais chuvoso (março) e mês seco (outubro), com maiores amplitudes, sendo observadas durante o mês mais seco do ano. Os valores dos fluxos de calor sensível e latente apresentam tendência de variação semelhante, com os máximos valores ocorrendo em outubro e os mínimos em março. A maior parcela de energia da radiação global foi utilizada na forma de calor sensível. Os resultados mostraram que, o estudo do ambiente microclimático da área experimental de mangueira, não deve ser interpretado como definitivo, que outros estudos devem ser empreendidos, à fim de que, o assunto de tanta relevância seja melhor conhecido.

## BIBLIOGRAFIA

- LEITÃO, M. M. B. R. **Balanço de radiação em três ecossistemas da floresta Amazônica.** Campina, Campinarana e Mata. São José dos Campos, SP: INPE, 1994. 135p. Tese de DOUTORADO. INPE 5587-TDI.
- LOPES, P. M. O. **Evapotranspiração da mangueira na região do Submédio São Francisco.** Campina Grande: DCA/CCT/UFPB, 1999. 108p. Dissertação de Mestrado.
- SANTOS, N. M.; COSTA, M. H. COSTA, J. M. N. **Simulação do fluxo de energia para a floresta de Caxiuanã, no Estado do Pará.** XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Foz do Iguaçu- PR, 2002.
- SOUZA FILHO, J. D. C. 2002. **Variação sazonal dos componentes do balanço de radiação e energia sobre a floresta de Caxiuanã.** Viçosa, MG: UFV. Dissertação de Mestrado.

