

# VARIABILIDADE ESPACIAL-TEMPORAL DA CHUVA DURANTE O EXPERIMENTO LBA/TRMM 1999 NA AMAZÔNIA<sup>1</sup>

Gilberto Fisch<sup>2</sup>, Paulo Cesar de Melo Hanaoka<sup>3\*</sup>, Iria F. Vendrame<sup>3</sup>

**ABSTRACT** - The purpose of this study was to study the space and time variability of the convective rainfall in Amazonia. A dataset of 40 raingages measurements (split in 4 networks) have been used to provide daily rainfall. The methodology of interstation correlation have been applied to this date set and the results had showed that rainfalls occurring within a 2 km of radius have a high correlation coefficient (ranging from 0.7 up to 0.9) representing the validation of a point measurement.

## INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é um dos mais importantes ecossistemas do planeta. Sua biodiversidade e sua importância no equilíbrio do planeta são cada vez mais discutidas no mundo inteiro, constituindo um patrimônio biológico inigualável. A Amazônia é também a maior bacia hidrográfica do mundo, com cerca de cinco milhões de quilômetros quadrados e influi nos ciclos hidrológicos e no clima do mundo inteiro. Sendo uma floresta equatorial de clima quente e úmido, a Floresta Amazônica possui uma alta pluviosidade associada a uma forte atividade convectiva, com períodos longos e intensos de chuvas durante o ano.

A precipitação na Amazônia, embora sejam o elemento climático com mais informações, ainda são escassas e sobretudo concentram-se nas cidades ou ao longo dos meios de transporte (rios e rodovias). Molion e Dallarosa (1990), por exemplo, discutem alguns dos erros dos estudos de precipitação na Amazônia que consideram dados, em sua grande maioria, ao longo dos rios. Mais recentemente, Tota et al. (2000) e Marengo et al. (2004) analisaram este mesmo conjunto de dados, porém com o intuito de analisar as ocorrências de chuvas em um único ponto (Tota et al., 2000) e abrangendo o estado inteiro (Marengo et al., 2004). Porém estes autores não analisaram como ocorrem as chuvas convectivas e suas interações espaço-temporais. Estas relações são importantes para se extrapolar medidas pontuais para representar uma determinada área.

Este trabalho tem por finalidade analisar dados de precipitação obtidos pelos experimentos LBA/TRMM 1999 e determinar como ocorre a distribuição espaço-temporal das chuvas, ajudando a caracterizar e compreender os eventos de precipitação convectiva que ocorrem na região Amazônica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com base em dados de pluviometria coletados durante o experimento LBA/TRMM 1999 (Tota et al., 2000 e Marengo et al., 2004). Resumidamente foram instalados 38 pluviômetros de caçambas basculantes em 4 grupos ("networks") de pluviômetros, sendo 14 no "network 1",

14 no "network" 2, 5 no "network" 3 e 5 no "network" 4, espalhados em diversas localidades de Rondônia. A Figura 1 apresenta a posição geográfica destes postos.

O pluviômetro consiste de um receptáculo onde a água da chuva é coletada por uma caçamba dividida em dois compartimentos, sendo que cada vez que o nível é completado, a caçamba gira, descarrega a água e é feita uma contagem. Como é conhecido o volume de chuva que faz com que a balança gire (normalmente 0,25 mm), e uma vez que é registrada a contagem de giros, pode-se calcular, dessa forma, o volume de água precipitado. No pluviômetro existe um sistema de aquisição de dados ("data-logger"), o qual registra o horário em que ocorrem as basculadas. As informações de precipitação ficam, desta forma, armazenadas no sistema de registro de dados até que sejam retiradas digitalmente as informações do pluviômetro.

Esta análise tem por objetivo caracterizar a distribuição espacial (variabilidade) da chuva convectiva, através da correlação entre a chuva ocorrida entre dois pluviômetros, associado com a distância que os separa. Habib e Krajewski (2001) mostra que o coeficiente de correlação da população é definido por: 
$$\rho(X,Y) = \frac{E(XY) - E(X) \cdot E(Y)}{\sqrt{\text{Var}(X) \cdot \text{Var}(Y)}} \quad (\text{Eq. 1}).$$
 Shimizu

(1993), baseado em características da chuva diária, desenvolveu um modelo com distribuição lognormal bivariada, em que se pode ter 4 casos distintos: caso 0) Precipitação nula em ambos os pluviômetros: (0; 0); caso 1) Precipitação nula apenas no primeiro pluviômetro: (0; y\*); caso 2) Precipitação nula apenas no segundo pluviômetro: (x\*; 0); caso 3) Precipitação não-nula em ambos os pluviômetros: (x, y)

Dessa forma, dada uma amostra de precipitação com tamanho N, os quatro casos terão tamanhos n<sub>0</sub>, n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> e n<sub>3</sub>, no qual N é a soma dos n<sub>i</sub>. A distribuição pode ser descrita completamente com os seguintes parâmetros: a) Probabilidade de ocorrência de cada caso descrito; b) Média e desvio padrão para os casos 1 e 2; Média, desvio padrão e coeficiente de correlação para o caso 3. Substituindo os parâmetros correspondentes na Equação (1), obtêm-se o coeficiente de correlação da precipitação entre dois pluviômetros. Maiores detalhes estatísticos em Shimizu (1993) e Habib e Krajewski (2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises foram realizadas, após a verificação da consistência dos dados, para o período ocorridos entre 23/12/1998 e 28/02/1999.

As informações originais consistem em registrar a quantidade de água precipitada por hora. Estas quantidades foram convertidas para precipitação diária e arredondadas para valores inteiros (em mm), conforme as premissas do trabalho de Habib e Krajewski (2001) e Shimizu (1993).

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq através do Instituto do Milênio.

<sup>2</sup> Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), Centro Técnico Aeroespacial (CTA), 12228-904, São José dos Campos, SP, Brasil, bolsista de produtividade científica (1D) do CNPq ([gfisch@iae.cta.br](mailto:gfisch@iae.cta.br))

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), Centro Técnico Aeroespacial (CTA), São José dos Campos, SP, Brasil ([hiria@infra.ita.br](mailto:hiria@infra.ita.br)), \*Bolsista de Iniciação Científica (CNPq).

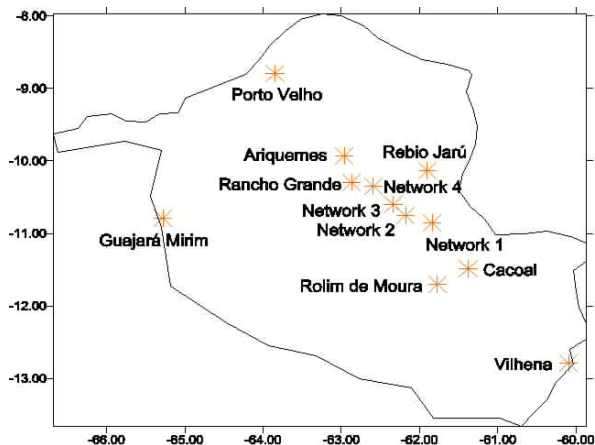


Figura 1. Mapa do estado de Rondônia com a localização geográfica dos networks 1 a 4 durante o experimento LBA/TRMM 1999.

Aplicando-se o método descrito entre todos os pluviômetros, foi possível obter uma tabela (não apresentada) relacionando a correlação entre todos os pluviômetros analisados, além da distância entre pluviômetros que foi calculada com o apoio das coordenadas geográficas de cada um. Estas informações permitem construir um gráfico da correlação em função da distância que separa dois pluviômetros. Optou-se pela adoção de uma curva logaritma para a escolha da melhor curva que se adapte aos dados, a saber:  $\rho = 0,72 - 0,15 \ln(d)$ , no qual  $\rho$  é a correlação (adimensional) e  $d$  é a distância (em km) entre dois pluviômetros quaisquer.

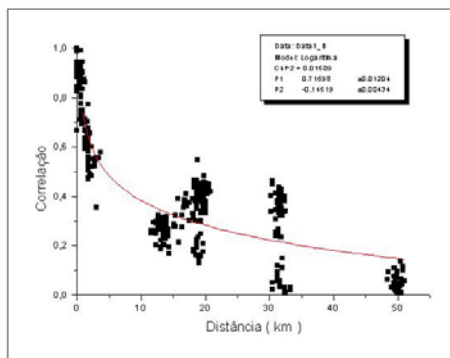


Figura 2. Correlação (adimensional) entre todos os pluviômetros dos vários networks (1 a 4) durante o experimento LBA/TRMM 1999.

A seguir, realizou-se uma simulação retirando-se os dias onde ocorreram fenômenos de mesoescala. Estes dias, descritos por TOTA et al (2000), foram os dias 15 e 18 de fevereiro. Contudo, os resultados não foram alterados significativamente, o que permite dizer que a equação encontrada pode descrever bem a chuva convectiva ocorrida em Rondônia no experimento LBA/TRMM. Posteriormente, agrupou-se as correlações obtidas segundo os pluviômetros e seus respectivos networks. Dessa forma, obteve-se grupos de correlações da seguinte forma: 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 2-2, 2-3, 2-4, 3-3, 3-4. Para todas as correlações pertencentes a estes grupos, tirou-se a média simples da correlação e da distância, obtendo-se dessa forma a

Figura 3, que pode ser representada pela equação:  $\rho = 0,75 - 0,17 \ln(d)$ .

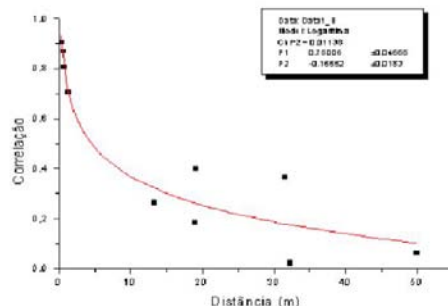


Figura 3. Correlação (adimensional) entre os valores médios de pluviômetros dos networks 1 a 4 durante o experimento LBA/TRMM 1999.

A Figura 2 e a equação ajustada permitem afirmar que para pluviômetros separados por até 2 km, a correlação permanece alta: entre 0,7 e 0,9. Já para pluviômetros separados por mais de 5 km de distância, a correlação ficou entre 0,2 e 0,4. Dessa forma, pode-se dizer que para a precipitação diária, os eventos de chuva convectiva possuem uma abrangência e representatividade com um raio de até 2 km.

## REFERÊNCIAS

- Habib, E., Krajewski, W.F. Estimation of rainfall interstation correlation. *J. Of Hydrometeorology*, v.2, n.11, p. 621 – 629, 2001.
- Hanaoka, P.C. de M. Variabilidade Espacial e Temporal da Chuva durante os experimentos LBA/TRMM 1999 e LBA/RACCI 2002 na Amazônia. Instituto Tecnológico da Aeronáutica (CTA/ITA), Trabalho de Graduação, 58 p., 2004.
- Marengo, J.A., Fisch, G., Morales, C.A., Vendrame, I.F., Dias, P.G.C. Diurnal variability in southwest Amazonia during the LBA-TRMM field campaign of the Austral summer 1999. *Acta Amazônica*, v. 34, n.4, p. 593 - 603, 2004.
- Molion, L.C.B. e Dallarosa, R.L.G. Pluviometria na Amazônia: são os dados confiáveis? *Climanálise – Boletim de Monitoramento e Análise Climática*, v. 5, n.3, p. 40-4 , 1990.
- Shimizu, K. A bivariate mixed lognormal distribution with an analysis of rainfall data. *J. Of Applied Meteorology*, v. 32, n.2, p. 161 – 171, 1993.
- Tota, J., Fisch, G., Fuentes, J., Oliveira, P.J., Garstang, M., Heitz, R., Sigler, J. Análise da variabilidade diária da precipitação em área de pastagem para a época chuvosa de 1999 – Projeto TRMM/LBA. *Acta Amazônica*, v. 30, n.4, 629 – 639, 2000.