

## XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 2002

Análise da precipitação convectiva e estratiforme derivadas do satélite TRMM durante o experimento WETAMC – TRMM/LBA em Rondônia

**Jorge Conrado Conforte**  
**Divisão de Sensoriamento Remoto**  
**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**  
**Avenida dos Astronautas 1758, Jardim da Granja, 12227-010 São José dos Campos, SP**  
[conrado@ltd.inpe.br](mailto:conrado@ltd.inpe.br)

### ABSTRACT

This study analyses the vertical structure of convective and stratiform rainfall in Rondônia, and the mean cloud height during the WETAMC – TRMM/LBA. The analyses were done using the PR (Precipitation Radar) sensor data on board of TRMM satellite (Tropical Rainfall Measuring Mission). The study period ranges from January to February 1999. The obtained results show significative spatial variability of rainfall in that region, the highest rainfall rates occurs in northern Rondônia and the lowest ones occurs in the center. It was observed that the convective rain prevails over the stratiform component across that state. Also, following the behavior of convective activity the highest clouds are located in northern Rondônia.

### RESUMO

Este trabalho analisa a estrutura vertical das componentes convectiva e estratiforme da precipitação sobre Rondônia, e a altura média das nuvens durante o experimento WETAMC – TRMM/LBA. As análises foram feitas utilizando-se dados do sensor PR (Precipitation Radar) a bordo do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission). O período de estudo abrange os meses de janeiro e fevereiro de 1999. Os resultados obtidos mostram significativa variabilidade espacial da precipitação na região, sendo que as maiores taxas de precipitação ocorreram na norte e as menores no centro. Observou-se que a componente convectiva domina sobre a estratiforme em todas as regiões. No que se refere a altura média das nuvens, consistente com a predominância da atividade convectiva, os topos mais profundos localizam-se na região norte.

### INTRODUÇÃO

A estrutura vertical da precipitação pode ser usada para determinar os perfis verticais do aquecimento associado a liberação de calor latente, que por sua vez, pode ser utilizado em esquemas de assimilação de modelos de previsão numérica de tempo. Além disso, essa informação é importante para diagnosticar as características da atividade convectiva numa dada região.

A primeira campanha atmosférica em mesoescala na estação úmida (WETAMC) do projeto LBA (Large Scale Biosphere – Atmosphere Experiment in Amazonia) que ocorreu em janeiro e fevereiro de 1999 em Rondônia, possibilitou medições intensivas da precipitação naquela região, utilizando-se aviões, radares meteorológicos, satélites, e outras modalidades de observação (Silva Dias et al., 2000). Neste contexto, diversos trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de avaliar aspectos regionais e locais dos sistemas convectivos na Amazônia (e.g., Yoshida, 2002; Betts and Jakob, 2002; Cifelli et al., (2001); Laurent et al., (2001); Marengo et al., (2001); Machado et al., (2001). Entretanto, alguns aspectos relativos a variabilidade da atividade convectiva em Rondônia, como por exemplo, a distribuição espacial e intensidade, ainda não foram abordados. Neste sentido, o presente trabalho, faz uso das informações do sensor PR (Precipitation Radar) a bordo do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measurement Mission) (Kummerow, et al, 1998, Kummerow, et al., 2000), com objetivo principal de caracterizar a variabilidade tridimensional da precipitação convectiva e estratiforme naquela região.

## 2. DADOS E METODOLOGIA

Utilizou-se no presente trabalho o produto 3A25 que foi obtido diretamente do DAAC ( Distributed Active Archive Center). Estes dados consistem de totais mensais em ponto de grade com a resolução de  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  (6 níveis) e  $.5^{\circ} \times .5^{\circ}$  (4 níveis). Especificamente ele foi obtido através dos seguintes produtos 2A21, 2A23, 2A25 e 1C21, que são relacionados com o radar meteorológico PR a bordo do satélite TRMM. O PR opera na frequência de 13,8 Ghz e possui uma resolução espacial de 4km no nadir e de 250 m na vertical. Uma descrição detalhada destes produtos encontram-se em TSDIS( TRMM Science Data and Information System, 2001) seguinte endereço - <http://tsdis.gsfc.nasa.gov/tsdis/tsdis.html>. O produto 3A25 é composto de 121 variáveis, neste estudo em especial, foram usadas as seguintes variáveis: convRainMean2, stratRainMean2, surfRainMean2, StormHeigthMean para a resolução espacial de  $.5^{\circ} \times .5^{\circ}$ , isto é, a taxa de precipitação convectiva e estratiforme, para os níveis de 2, 4 e 6 Km, a taxa de precipitação próximo da superfície e a altura média das sistemas convectivos de mesoescala. Os dados fornecidos pelo DAAC estão no formato HDF. O processamento desses dados envolveu o uso dos softwares IDL (Interactive Data Language) e GRADS.

A região de estudo (figura 1), abrange o Estado de Rondônia. Nesta figura podem ser observados três quadrículas, localizadas ao Norte, Centro e Sul de Rondônia, onde será feita uma análise da contribuição das taxas de precipitação de origem convectiva e estratiforme. Estes setores dividem o estado em três regiões com topografia distintas, uma região mais baixa localizada no norte do Estado, com a altitudes variando de 100 a 200 metros na região do rio Madeira. Outras duas com valores da altitudes variando de 200 a 1000 metros no na Serra dos Pacaás Novos no Centro e na Serra dos Parecis no Sul do Estado.

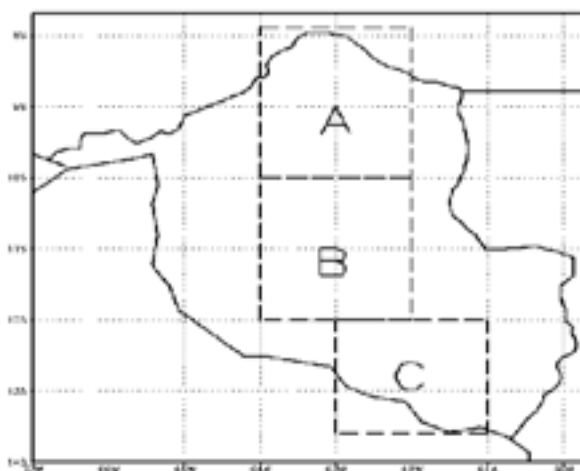


Figura 1 - Região de estudo para a análise da taxa de precipitação durante a realização do WETAMC – TRMM/LBA

## 3. RESULTADOS

Apresenta-se a seguir uma breve discussão sobre o comportamento da precipitação e suas componentes convectiva e estratiforme derivadas do TRMM durante o WETAM –TRMM/LBA.

### 3.1 Variabilidade da Precipitação de origem convectiva e estratiforme durante o WETAMC – TRMM/LBA

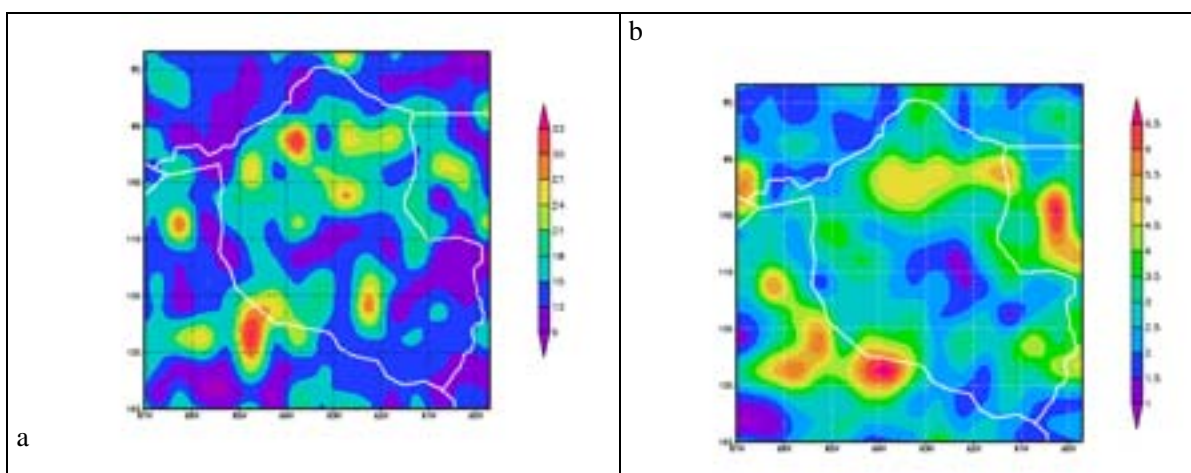
A figura 2 mostra a média mensal das componentes convectiva e estratiforme em 2, 4 e 6 km de altura durante o período de janeiro-fevereiro1999. De um modo geral observa-se que durante este período ocorreu significativa

variabilidade espacial das taxas de precipitação, sendo mais alta no norte e no sudeste mais baixa. Aparentemente, esta característica está associada com a presença de linhas de instabilidade que são mais frequentes no norte e também devido a efeitos topográficos. Na vertical observa-se que a precipitação é expressiva até 4km de altura e a partir daí diminui acentuadamente. Além disso, não se observa um padrão espacial definido das áreas de precipitação uma vez que elas se organizam em diversos aglomerados. Por outro lado, embora em algumas áreas a convecção profunda revele a ocorrência de precipitação da superfície até 6 km de altura, em outras áreas, como na região central de Rondônia, a maior parte da componente convectiva não atinge o solo. Nas figuras 2b-d-f nota-se que o padrão espacial da precipitação estratiforme segue o comportamento da componente convectiva. Como esperado, ela envolve uma área maior, onde pode-se inclusive detectar em função do gradiente das taxas de precipitação, a direção na qual os hidrometeoros estão sendo advectados. Além disso, as taxas de precipitações estratiformes nos vários níveis são menores que as do caso convectivo. Perfis verticais médios ilustrando o comportamento da componente convectiva em relação a estratiforme, sobre o norte (A), centro (B) e sul (C) de Rondônia, estão mostrados na Figura 3; as seguintes características são observadas;

Em janeiro e fevereiro, as maiores taxas de precipitações convectiva e estratiforme ocorreram no norte, e as menores no sul do estado.

A componente estratiforme em janeiro e fevereiro, é mais acentuada em 4 quilômetros. Nessa região a altura média das nuvens foi em geral a 6,5 quilômetros de altura.

De um modo geral nas três regiões analisadas, a componente convectiva é cerca de 3,5 a 7 vezes maior que a estratiforme; além disso, essa relação é mais acentuada no centro e menos no norte.



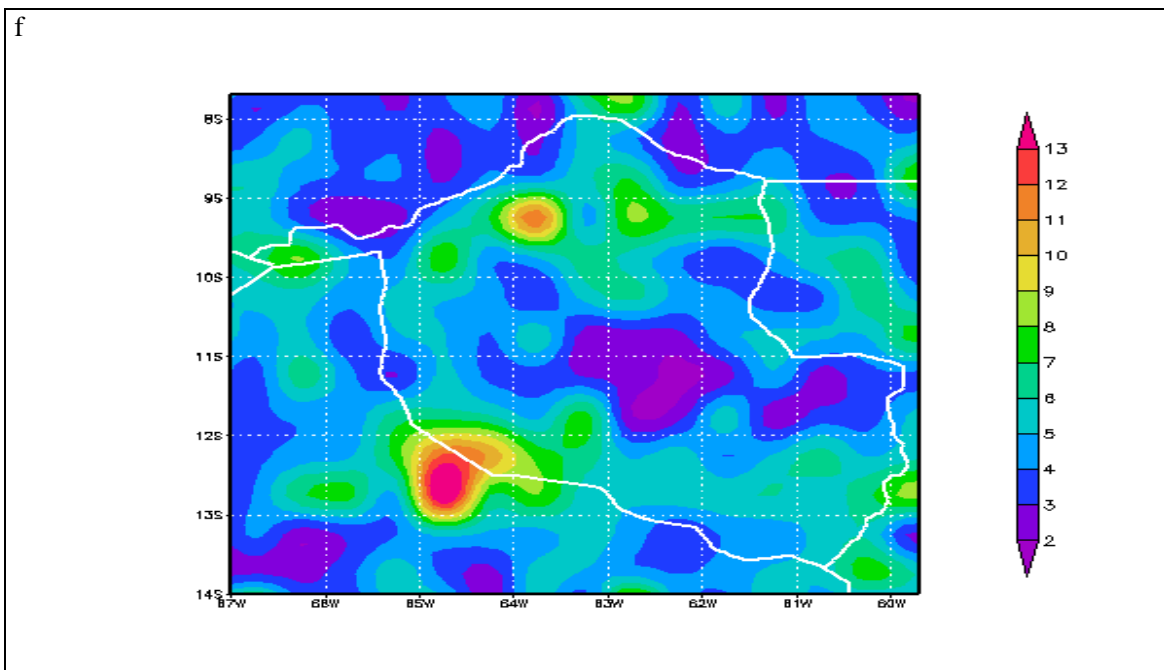
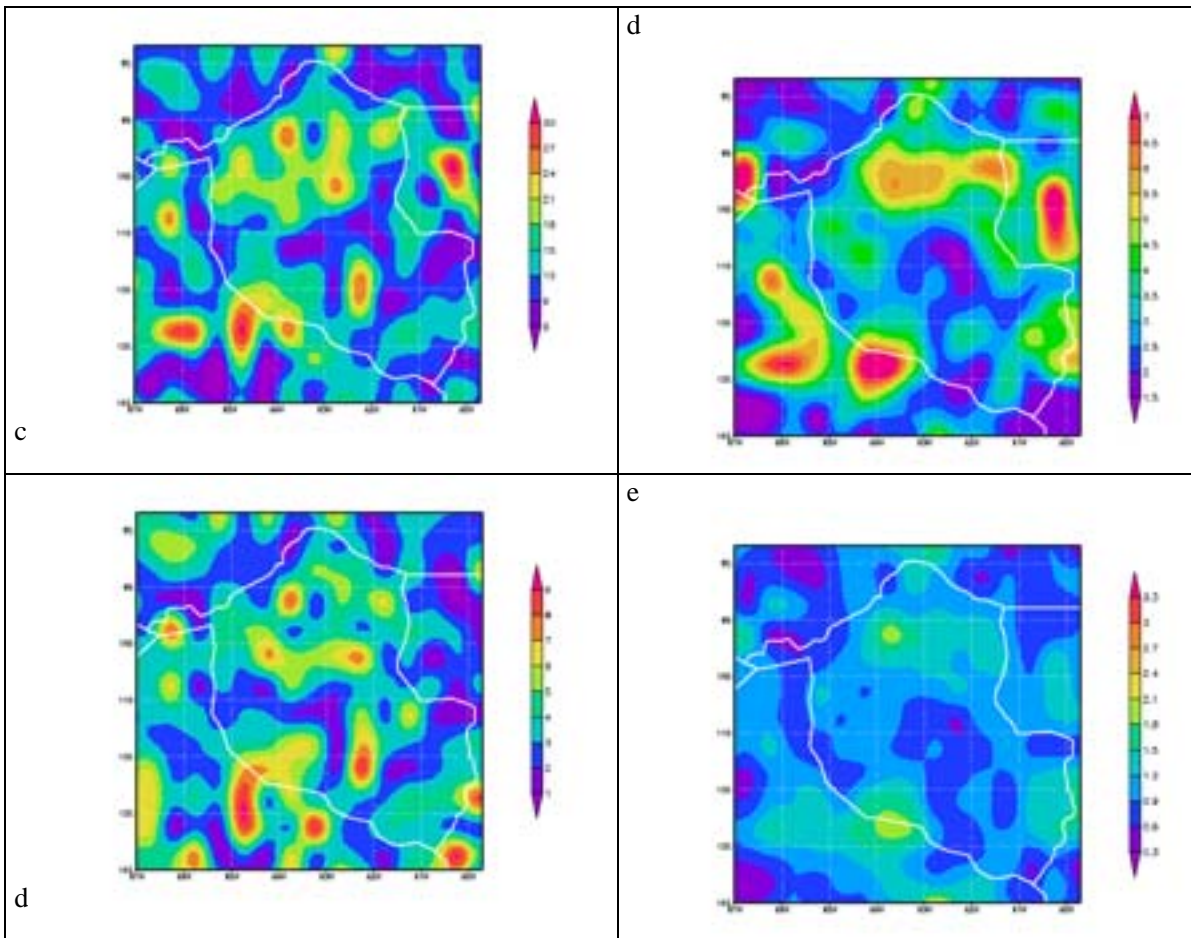
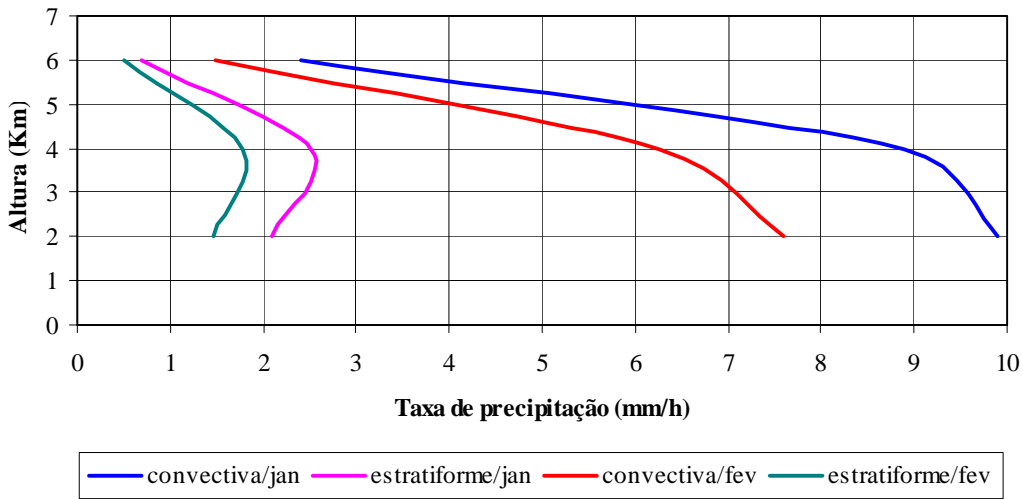
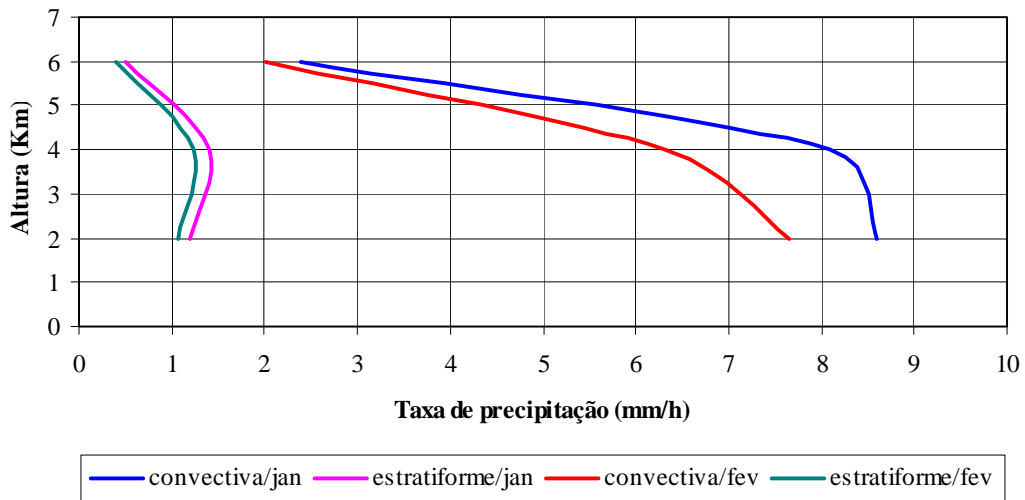


Figura 2 - Taxa de precipitação convectiva (a c d) e estratiforme (b d e) e próxima da superfície (f) para os meses de janeiro e fevereiro de 1999.

**Região A: Janeiro/Fevereiro**



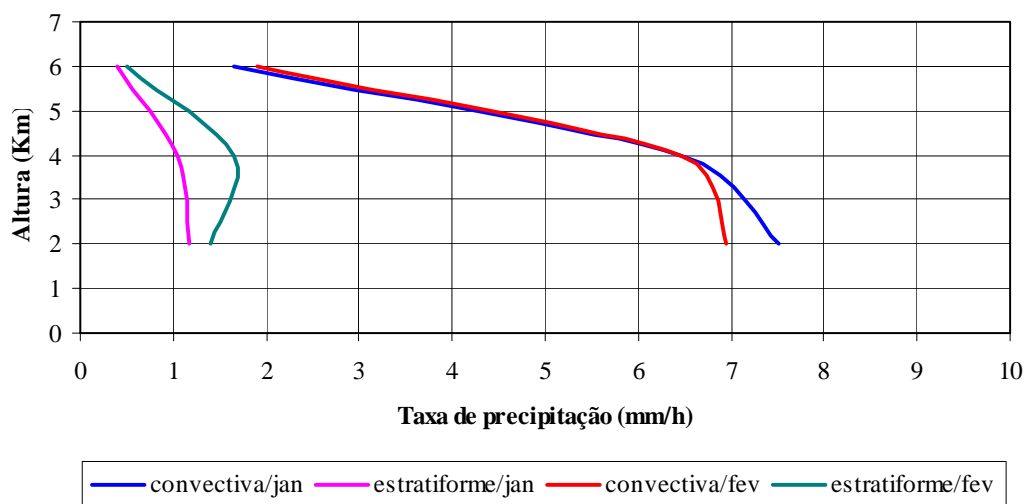
**Região B: Janeiro/Fevereiro**



b)

Figura - 3 Variação vertical da taxa de precipitação para as quadrículas A, B e C

**Região C: Janeiro/Fevereiro**



c)

Figura 3 - Continuação

**3.2 Variabilidade da altura média das nuvens durante o WETAMC – TRMM/LBA**

Apresenta-se nesta seção uma breve discussão sobre o comportamento da altura das nuvens em Rondônia durante o experimento WETAMC – TRMM / LBA. A altura das nuvens presentes numa determinada região é um indicativo da intensidade da atividade convectiva.

Em janeiro figura 4a, observa-se que as nuvens mais profundas estão concentradas em duas grandes áreas, respectivamente no norte e sudoeste de Rondônia, em média elas atingem 8 km de altura. Nas demais regiões, principalmente no sul do estado, há um domínio de nuvens médias, com topos variando de 3 a 4 km de altura. Em fevereiro figura 4b, observa-se uma mudança significativa no comportamento da altura das nuvens, os topos mais elevados concentram-se no sudeste e as altura menores se destacam nas regiões central e noroeste e leste. Comparando-se a altura das nuvens nesses dois meses observa-se que a atividade convectiva foi mais intensa em janeiro, pois a altura das nuvens mais profundas neste mês atingiu cerca de 8 km de altura, em comparação com a altura dos sistemas convectivos de mesoescala em fevereiro variou de 6,5 a 7 km de altura

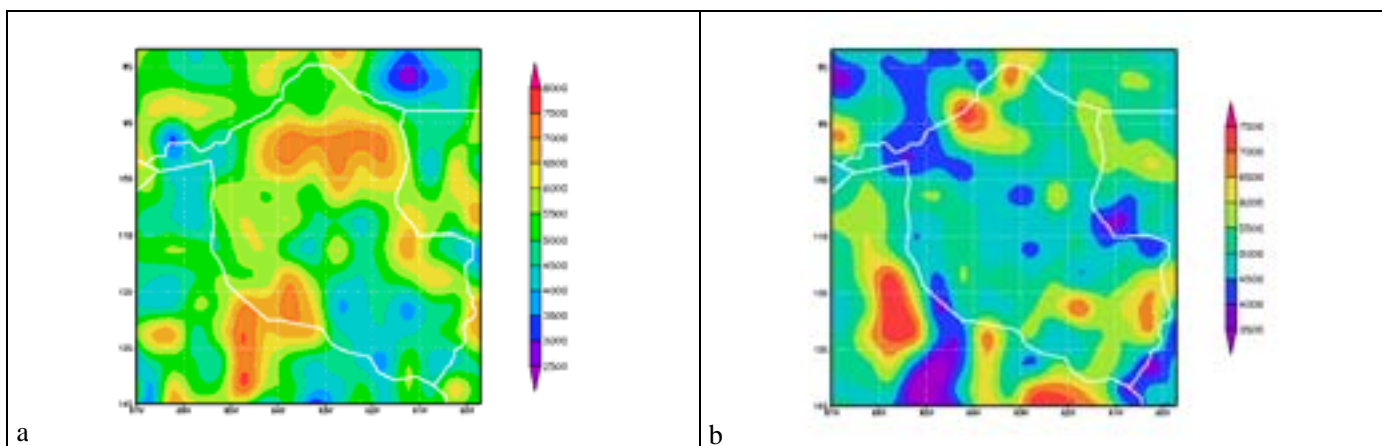


Figura 4 Altura média das nuvens (metros) : a) janeiro de 1999 e b) fevereiro de 1999.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Levando-se em conta o fato de que os dados adquiridos através do satélite TRMM não fornecem uma cobertura adequada tanto em termos espacial (PR - 240 km largura de varredura) e temporal (no máximo duas passagens por dia na mesma região), fatores estes que podem não representar de forma adequada o estudo da variação do campo da precipitação, mesmo assim fatos importantes podem ser analisados usando-se as informações obtidas através deste satélite. Como o ciclo de vida dos sistemas convectivos de mesoescala (SCM) atuantes nesta região são pequenos, muita informação foram perdidas entre as passagens do satélite.

Com relação aos campos das taxas de precipitação para os meses de estudo foram observados dois máximos um localizado no norte e outro no sudeste do estado de Rondônia. Fato importante também observado no presente estudo, com os dados da altura média dos sistemas presentes na região não eram muito profundos, contrariando o esperado nesta época do ano. Um fator importante observado foi a variação vertical da taxa de precipitação para esta região, pois existe uma carência de dados da estrutura vertical da atmosfera (falta de uma rede de radares de superfície que englobasse todo o Brasil).

## REFERÊNCIAS

- Betts, A.K., Jacob, C. Evaluation of the diurnal cycle of precipitation, surface thermodynamics and surface fluxes in the ECMWF Model using the LBA data. Submetido ao Journal Geophysical Research, 2001.
- Cifelli, R., Petersen, W. A., Carey, L. D. e S.A. Rutledge, S. A .Radar Observations of the Kinematic, Microphysical and Precipitation Characteristics of Two MCSs in TRMM-LBA. Submetido ao Journal Geophysical Research, 2001.
- Kummerow, C., Barnes, W., Kozu, T.; Shiue, J.; Simpson, J. The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Sensor Package. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, V 15, N 3, 1988, 809-817
- Kummerow, C., Simpson, J., Thiele, O., Barnes, W., Chang, A.T.C., Stocker, E., Adler, R.F., Hou, A., Kakar, R.; Wentz, F., Ashcroft, P., Kozu, T., Hong, Y., Okamoto, K., Iguchi, T., Kuroiwa, H., Im, E., Haddad, E., Hu man, G., Ferrier, B., Olson, W.S., Zipser, E., Smith, E.A., Wilhelm, T.T., North, G.; Krishnamurti, T.; Nakamura, K. The Status of the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) after Two Years in Orbit. Journal of Applied Meteorology, Journal Applied Meteorology, V 39, N 12, 2000, 1965-1982.
- Laurent. H.; Machado, L. A.T.; Morales, C.; Durieux, L. Characteristics of the Amazonian mesoscale systems observed from satellite and radar during the WETAMC/LBA experiment. Submetido ao Journal Geophysical Research, 2001.
- Machado, L. A.T., Laurent, H. e Lima, A. A. The diurnal march of the convection observed during TRMM-WETAMC/LBA. Submetido ao Journal of Geophysical Research., 2001.
- Marengo, J. A., Fisch, G., Vendrame, I., Cervantes, P., Morales, C., Studies on the diurnal cycle of rainfall and its variations during the TRMM-LBA and WET AMC/LBA campaigns during the austral summer 1999. . Submetido ao Journal Geophysical Research, 2001
- Silva Dias, M. A. F., Rutledge, S., Kabat, P., Silva Dias, P. L., Nobre, C., Fish, G., Dolman, A. J., Zipser, E., Garastang, M., Manzi, A. O., Fuentes, J. D., Hocha, H., Marengo, J. Plana-Fattori, A., Sá, L., Alvalá, R., Andreae, O., Artaxo, P., Gielow, R., Gatti, L., Clouds and rain processes in a biophere atmosphere interaction context in the Amazon Region. Submetido ao Journal of Geophysical Research, 2001

XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 2002

Yoshida, M. C., Estudo de células convectivas em Rondônia durante o experimento WETAMC- LBA/TRMM. Dissertação de mestrado em Meteorologia, Instituto nacional de Pesquisas Espaciais, Março de 2002.

Zipser, E., Garastang, M., Manzi, A. O., Fuentes, J. D., Hocha, H., Marengo, J. Plana-Fattori, A., Sá, L., Alvalá, R., Andreae, O., Artaxo, P., Gielow, R., Gatti, L., Clouds and rain processes in a biophere atmophere interaction context in the Amazon Region. Submetido ao Journal of Geophysical Research, 2001.