

# ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS MICROFÍSICAS DA PRECIPITAÇÃO NA ESTAÇÃO CHUVOSA DA REGIÃO AMAZÔNICA DURANTE O EXPERIMENTO WET-AMC

*Rafael Castelo Guedes Martins*<sup>1,2</sup>, *Luiz Augusto Toledo Machado*<sup>2</sup>

**RESUMO** Este trabalho apresenta uma caracterização da estação chuvosa na região amazônica durante o experimento WET-AMC realizado do dia 17 de Janeiro a 01 de Março de 1999. Para tal utilizou-se de dados de um Radar de Apontamento Vertical (RAV) e de um disdrômetro. Esse estudo baseou-se na análise do ciclo diurno da precipitação a partir dos perfis médios do RAV associados as suas respectivas distribuições do espectro de gotas.

**ABSTRACT** This work presents a characterization of the rainy station in the Amazon region during WET-AMC experiment from January 17 to March 01 of 1999. It was used Radar Profiler data and a disdrometer. This study it was based on the analysis of diurnal cycle of precipitation from the average profiles of the radar associates its respective drops size distributions.

**Palavras-Chaves** RAV, WET-AMC, ciclo diurno.

## 1 – INTRODUÇÃO

Conhecer a modulação diurna da convecção é de grande importância na verificação do ciclo diurno da precipitação descrita pelos modelos de circulação geral. Além disso, essa modulação tem uma importante influencia na forçante radiativa da cobertura de nuvens sendo assim um fator relevante no balanço de radiação da Terra. A combinação entre diferentes medidas permite descrever o ciclo diurno da cobertura de nuvens, da precipitação e das variáveis termodinâmicas. O entendimento da relação entre esses parâmetros e sua resposta ao ciclo diurno é essencial para se entender os mecanismos físicos que controlam a variabilidade da convecção. Muitas das

---

<sup>1</sup> Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME)  
Av. Rui Barbosa, 1246 Fortaleza - CE - CEP 60115-221  
Fone: 55 85 3101-1126  
e-mail: rcastelo@cptec.inpe.br

<sup>2</sup> Centro de Previsão e Estudos Climáticos (CPTEC / INPE)  
Rodovia Presidente Dutra, km 40 Cachoeira Paulista – SP – CEP 12630-000  
Fone: 55 85 3186-9399  
e-mail: machado@cptec.inpe.br

características do ciclo diurno da convecção sobre a América do Sul já foram descritas a partir de dados de satélites geoestacionários. Minnis e Harrison (1984) examinaram a variabilidade diurna das nuvens para um mês a partir de dados horários do satélite GOES 8 e documentaram a variação diurna regional da nebulosidade. Hendon e Woodberry (1993) investigaram o ciclo diurno da convecção a partir de um ano de imagens do canal infravermelho. Eles analisaram a temperatura de brilho e atividade convectiva profunda descrevendo a distribuição global e fases do ciclo diurno. Jonowiak et al. (1994) descreveram as características diurnas da cobertura de nuvens frias sobre oceanos tropicais durante o período de 1986 a 1990 usando fração de cobertura de nuvens frias para três diferentes limiares de temperatura de brilho. Guedes e Machado (1997) usando dados do ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Project) descreveram a variação diurna da cobertura de nuvem sobre a América do Sul. Guerreaud e Wallace (1997) estudaram o ciclo diurno sobre as Américas também usando dados do ISCCP e estimativas de precipitação baseadas no sensor de microondas SSM/I. Eles concluíram que em geral a maior cobertura de nuvens sobre a superfície ocorre no final da tarde. Contudo, entre todos estes trabalhos raramente encontramos uma análise da variabilidade diurna da microfísica dos sistemas precipitantes. Tal variabilidade é de suma importância para o entendimento dos mecanismos físicos responsáveis pelas chuvas e como esses mecanismos modulam a convecção.

Outros trabalhos utilizando dados de radar meteorológico apresentam estudos sobre as propriedades microfísicas de sistemas precipitantes. Houze (1989), Briggerstaff e Houze (1991, 1993), Mapes e Houze (1993) documentaram as características dos movimentos verticais do ar e da refletividade de radar de regiões convectivas e estratiformes.

## **2 – METODOLOGIA**

Inicialmente foram analisados os dados medidos pelo disdrômetro calculando-se a precipitação acumulada pelos 20 canais, numa resolução temporal de 1 min, para cada medida feita pelo equipamento durante todo o período do experimento. Os dados coletados pelo disdrômetro foram separados por classes de precipitação segundo Tokay e Short (1996). Valores de precipitação abaixo de  $1 \text{ mm h}^{-1}$  foram desprezados visando minimizar os ruídos medidos pelo disdrômetro e também a fim de levar em consideração precipitação de pelo menos 20 dBZ que representa o início da detecção de gotas de chuva pelo radar.

Posteriormente, os dados foram separados por horários em intervalos de 3 em 3 horas (23-01h; 02-04h; 05-07h; 08-10h; 11-13h; 14-16h; 17-19h; 20-22h) centrados respectivamente em 00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h, 21h e 23h. Os dados de cada canal foram somados para cada horário pré-definido e feito uma média obtendo-se assim uma concentração média de gotas para cada horário e

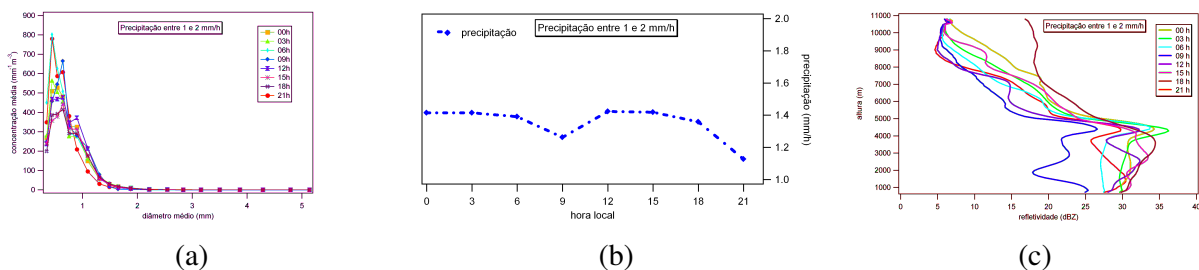
para cada classe de precipitação. Em seguida construíram-se gráficos de distribuição média das gotas para cada horário em função de cada diâmetro médio.

A partir dos dados do RAV foram calculados os perfis de refletividade referentes aos mesmos horários das medidas do disdrômetro. Como os perfis do RAV foram construídos a partir de médias para cada horário, foi feita uma análise visual de vários perfis e foi constatado que os perfis médios representam de forma aceitável os perfis contidos em cada horário.

### 3 – ANÁLISE DO CICLO DIURNO DA PRECIPITAÇÃO E DA DISTRIBUIÇÃO DO ESPECTRO DE GOTAS

Para este trabalho tomaremos para análise classes de precipitação de 1 a 2 mm/h, 5 a 10 mm/h e acima de 20 mm/h. Dessa forma é possível analisar a microfísica e o ciclo diurno para casos de precipitação de fraca intensidade, moderada intensidade e forte intensidade respectivamente.

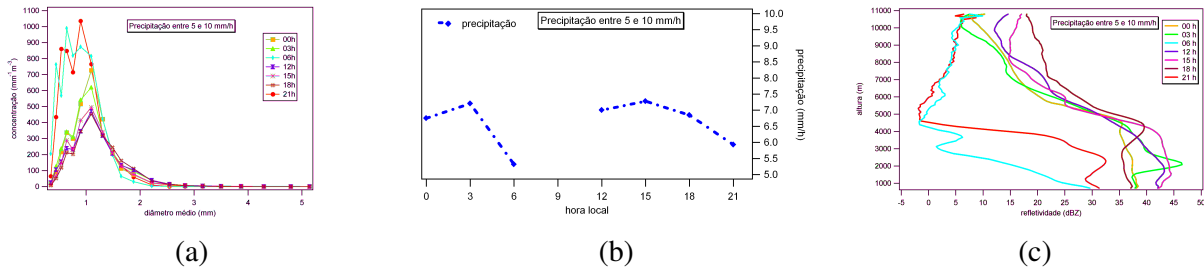
Analisando-se a Figuras 1a observa-se um espectro pouco desenvolvido com predominância de gotas pequenas, apresentando baixos valores de precipitação para todos os horários (Figura 1b). Pode-se observar também na Figura 1c a presença de uma banda brilhante bem desenvolvida para todos os perfis do RAV apontando para perfis com características estratiformes como descrevem Yuter e Houze, 1995.



**Figura 1** - Ciclo diurno da precipitação para categoria de chuva fraca. (a) Concentração média em função do diâmetro médio, (b) precipitação acumulada, (c) perfis médios de refletividade de radar associados à distribuição de gotas.

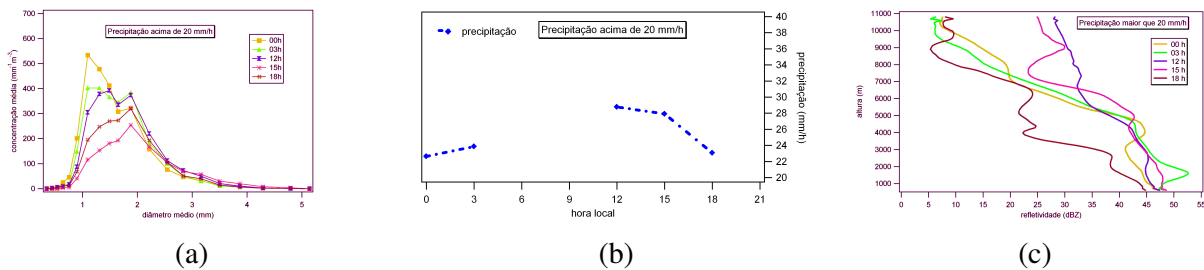
Observando a Figura 2a nota-se que a maioria dos espectros estão bem desenvolvidos. Nota-se também uma tendência a características convectivas (Yuter e Houze, 1995), com a presença de precipitação moderada para os horários de forte convecção (3h e 15h) e devido a ausência da banda brilhante na maioria dos perfis como pode-se observar na figura de perfis do RAV. Todavia ainda há a coexistência de precipitação convectiva e estratiforme. A ocorrência de precipitação convectiva

e estratiforme é dividida com uma boa uniformidade para sistemas com taxas de precipitação entre 1 e 10 mm/h que corresponde a aproximadamente 51% de todo o espectro (Tokay e Short, 1996).



**Figura 2** - Ciclo diurno da precipitação para categoria de chuva fraca. (a) Concentração média em função do diâmetro médio, (b) precipitação acumulada, (c) perfis médios de refletividade de radar associados à distribuição de gotas.

Para precipitação de forte intensidade (acima de 20 mm/h) observa-se espectros bem desenvolvidos com predominância de gotas grandes (Figura 3a), caracterizando bem o desenvolvimento de sistemas convectivos. Para a precipitação observa-se um máximo próximo de 28 mm h<sup>-1</sup> às 12h e um mínimo em torno de 23 mm h<sup>-1</sup> às 18h (Figura 3b). Nota-se também perfis com ausência da banda brilhante (Figura 3c), evidenciando a tendência de precipitação estritamente convectiva (Yuter e Houze, 1995).



**Figura 3** - Ciclo diurno da precipitação para categoria de chuva fraca. (a) Concentração média em função do diâmetro médio, (b) precipitação acumulada, (c) perfis médios de refletividade de radar associados à distribuição de gotas.

#### 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocorrência de precipitação convectiva e estratiforme é dividida com uma boa uniformidade para sistemas com taxas de precipitação entre 1 e 10 mm h<sup>-1</sup> que corresponde a aproximadamente 51% de todo o espectro (Tokay e Short, 1996). Dessa forma, para categoria de chuva fraca, moderada e forte os perfis do RAV apontam a coexistência de ambos os tipos de precipitação de

forma bem uniforme. Perfis com ausência de banda brilhante, espectro com gotas grandes e alta precipitação apontam a existência de chuva convectiva principalmente para os horários das 15h e 18h, os demais horários apresentam perfis com banda brilhante bem definida, espectro com presença de gotas pequenas e baixa precipitação caracterizando chuva estratiforme. Machado et al. (2002) verificou a ocorrência de um pico na área de chuva dentro do range do radar bem como na cobertura total de nuvens noturna.

O colapso da convecção que ocorre na Amazônia por volta das 22h contribui diretamente em um máximo de área com chuva e grande cobertura de nuvens e aumento da precipitação de característica estratiforme (Rickenbach, 2003). Esse processo pode ser observado no perfil do RAV para as 03h onde se observa um pico de refletividade em baixas altitudes mesmo para classes de precipitação muito forte e extrema, onde se tem a presença de perfis de RAV essencialmente convectivos. Esse pico de refletividade pode estar associado ao aumento da precipitação em baixos níveis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biggerstaff, M. I., e Houze Jr, R. A., Kinematic and precipitation structure of the 10-11 June 1985 squall line. **Mon. Wea. Rev.**, 119, 3035-3065, 1991a
- Biggerstaff, M. I., e Houze Jr, R. A., Kinematics and microphysics of the transition zone of a midlatitude squall –line system. **J. Atmos. Sci.**, 50, 3091-3110, 1993.
- Biggerstaff, M. I., e Houze Jr, R. A., Midlevel vorticity structure of the 10-11 June 1985 squall line. **Mon. Wea. Rev.**, 119, 3066-3079, 1991b.
- Garreaud, R.D. e Wallace, J.M., The diurnal march of convective cloudiness over the Americas. **Mon. Weather Rev.**, 125, 3157-3171, 1997.
- Guedes, R.L. e Machado, L.A.T., Characteristics of the cloud cover over the South America based in satellite images, **Rev. Bras. Meteorol.**, 12 1-19, 1997.
- Hendon, H.H. e Woodberry, K., The diurnal cycle of convection, **J. Geophys. Res.**, 98, 16, 623-16, 637, 1993.
- Houze, R.A., Jr., Observed structure of mesoscale convective systems and implications for large-scale heating. **Quart. J. Roy. Meteor. Soc.**, 115, 425-461, 1989.
- Joniwiak, J.E., Arkin, P.A. e Morrissey, M., An examination of the diurnal cycle in oceanic tropical rainfall using satellite and in situ data, **Mon. Weather Rev.**, 122, 2296-2311, 1994.
- Mapes, B. E., e Houze Jr., R.A., An integrated view of the 1987 Australian monsoon and its mesoscale convective systems. Part I: Horizontal structure. **Quart. J. Roy. Meteor. Soc.**, 118, 927-963, 1993.

Minis, P. e Harrison, E.F, Diurnal variability of regional cloud and clear sky radiative parameters derived from GOES data, part II, November 1978. Cloud distributions, **J. Clim. Appl. Meteorol.**, 23, 1032-1051, 1984.

Rickenbach, T. M., Nocturnal cloud systems and the diurnal variation of clouds and rainfall in southwestern Amazonia, 1201-1219, 2004.

Tokay, A., e D. A. Short: Evidence from tropical raindrop spectra of the origin of rain from stratiform versus convective clouds, **J. Appl. Meteorol.**, 35, 355– 371, 1996.

Yuter, S.E. e Houze, R.A.: Three-Dimensional Kinematic and Evolucion of Florida Cumulonimbus. Part I: Spacial Distribution of Updrafts, Downdrafts, and Precipitation, **Monthly Weather Review**, 123, 1921-1940, 1995.