

COMPARAÇÃO DE MEDIDAS OBTIDAS POR RADAR DE SUPERFÍCIE E RADAR ORBITAL: UM ESTUDO DE CASO PARA O RADAR DE SÃO ROQUE

Izabelly Carvalho da Costa¹
Carlos Frederico de Angelis¹

RESUMO

Tendo em vista que a estimativa de precipitação vem sendo cada vez mais utilizada pelos diversos segmentos da sociedade, é extremamente relevante o desenvolvimento de estudos que possam tornar estas estimativas cada vez mais confiáveis. Neste trabalho utilizam-se dados do radar de precipitação (PR) a bordo do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measurement Mission) e de um pluviômetro localizado em Guarulhos com o objetivo de avaliar e validar as informações coletadas pelo radar de superfície localizado em São Roque. Estudos anteriores usando radares de superfície e o radar a bordo do satélite TRMM mostraram que o radar de superfície tende a superestimar os valores de refletividade. Os resultados encontrados neste trabalho mostram que o radar de superfície apresenta um valor de refletividade aproximadamente 7dBZ maior que o TRMM-PR. Este erro foi atribuído às perdas causadas por problemas mecânicos e eletrônicos no sistema do radar.

ABSTRACT

Rainfall estimation is very important for many areas and studies focusing on the improvement of such estimation are constantly required. This assignment made use of TRMM-PR, ground radar and pluviometers data to evaluate and validate reflectivity values acquired by the ground radar. Previous studies carried out using the same type of radar revealed that the ground radar tended to overestimated reflectivity values. The results found here showed that the ground radar presented reflectivity values approximately 7 dBZ higher the TRMM-PR. This error was attributed to losses caused by mechanical and electronic problems in the radar system.

Palavras-Chave: TRMM, Radar Meteorológico e Pluviômetro.

INTRODUÇÃO

Radares meteorológicos têm sido bastante utilizados por apresentarem a capacidade de estimar a precipitação em locais bem distantes de onde se encontram localizados, além de fornecerem uma estrutura tridimensional dos sistemas precipitantes. Porém, devido à natureza atenuante da

¹ Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais – INPE/CPTEC/DSA, Rod. Presidente Dutra km 40, Cachoeira Paulista – SP, CEP 12630-000. E-mail: izabelly@cptec.inpe.br (12)3186-9326. E-mail: angelis@cptec.inpe.br (12)3186-9358.

atmosfera e algumas características dos sistemas precipitantes, as medidas obtidas por radares precisam ser calibradas com dados de pluviômetros ou outra fonte de informação que seja conhecida e que possa ser usada como referência.

A qualidade dos dados do radar meteorológico deve ser investigada constantemente, pois os componentes eletrônicos do sistema podem ser descalibrados por diversos fatores. Nesse sentido é importante manter um programa regular de calibração eletrônica do radar e, se possível, manter uma rede de pluviômetros para eventuais correções dos valores de refletividades que podem ser alterados por outras fontes de variações, como por exemplo, o ganho da antena e variações causadas por acúmulo de poeira e resíduos nos “radomes”.

Neste trabalho foram utilizados dados do radar de precipitação (PR) a bordo do satélite TRMM e do pluviômetro, localizado em Guarulhos (SP), como referência, com o objetivo de minimizar os erros associados ao processo de aquisição de dados do radar de superfície (GR) localizado em São Roque (SP).

DADOS

Dados do TRMM-PR

Os dados PR do algoritmo 2A25 foram obtidos diretamente do sítio eletrônico da NASA no formato HDF para o período de Novembro de 2005 a Fevereiro de 2006. Para este trabalho foram selecionados alguns casos que detectaram áreas de chuva coincidentes com as mesmas detectadas pelo radar de superfície, localizado em São Roque. Foram utilizados apenas os valores de refletividade com atenuação corrigida, ou seja, o valor “*Z factor*” detalhado no manual do TRMM (NASA, 2005) para o nível de 3km.

Dados do Radar de Superfície – GR

O radar utilizado é um sensor Doppler operando na Banda-S (2,7 – 3 GHz) e com uma abertura do feixe de microondas de aproximadamente 2°. Este radar está localizado em São Roque e é controlado pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). As varreduras volumétricas obtidas pelo radar têm um intervalo de 15 minutos e gastam cerca de 8 minutos para completar a aquisição de dados em 15 elevações. Somente utilizou-se dados do radar de superfície para horários com até cinco minutos de diferença em relação ao PR.

Dados de Pluviômetro

O pluviômetro que foi utilizado para validação dos resultados é do tipo báscula. Os dados apresentam resolução de 0.1 mm, são coletados a cada minuto e armazenados em um datalogger. O

dispositivo encontra-se em Guarulhos (Aeroporto Internacional) no Estado de São Paulo e pertence a INFRAERO. As informações dos pluviômetros (PL) cobrem o mês de Fevereiro de 2006 e foram acumuladas a cada 10 minutos. O tempo de acumulação é iniciado em sincronia com o início de varredura do radar.

METODOLOGIA

Inicialmente foram elaborados programas computacionais para fazer a leitura e o recorte dos dados do PR para a área de cobertura equivalente a do radar de superfície. Os dados de refletividade do PR foram projetados da mesma forma dos dados de refletividade do radar de superfície de maneira que foi possível observar a distribuição espacial da precipitação detectada pelos dois sensores. Os valores coincidentes de refletividade de ambos os radares foram plotados em um histograma de frequência, cujos valores variam entre 15 e 50 dBZ. Com isso obteve-se o valor do BIAS do GR em relação ao PR a partir da diferença entre os picos de maior frequência de cada histograma. A comparação aqui realizada segue alguns passos daqueles adotados por Anagnostou et al. (2000), Anagnostou et al. (2001), Morales et al. (2004), Furukawa (1998) e Lawrence (2006). Foram feitas também comparações entre o GR e PL (pluviômetro em estudo). Após a localização do pluviômetro na matriz de dados do GR foi calculada a média dos nove pontos em torno do pluviômetro. Esta média foi comparada com o acumulado de 10 minutos de precipitação obtido pelo PL. A escolha de nove pixels em torno do ponto central onde resumiu-se estar localizado o GR foi feita para minimizar eventuais erros de localização desse sensor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Comparação GR x PR

De acordo com a metodologia proposta foram selecionados quatro casos no período de Novembro de 2005 a Fevereiro de 2006, em que tinha-se dados do PR e do GR com horários aproximados. A Figura 1 representa a distribuição espacial do GR e do PR, em dBZ, para os casos de chuva observada na altura de 3km. Verifica-se que há semelhanças nas distribuições espaciais da chuva, ou seja, a identificação dos sistemas precipitantes é bem representada pelos dois tipos de radares. Entretanto, percebe-se que o GR tende a superestimar os valores em todos os casos. Esses resultados podem ser vistos na Figura 1. Nos dois últimos casos (Figura 1c e 1d) nota-se que a falta de dados na distribuição do PR, em relação ao GR, se dá ao fato da passagem do satélite não cobrir toda a área do GR naquele instante.

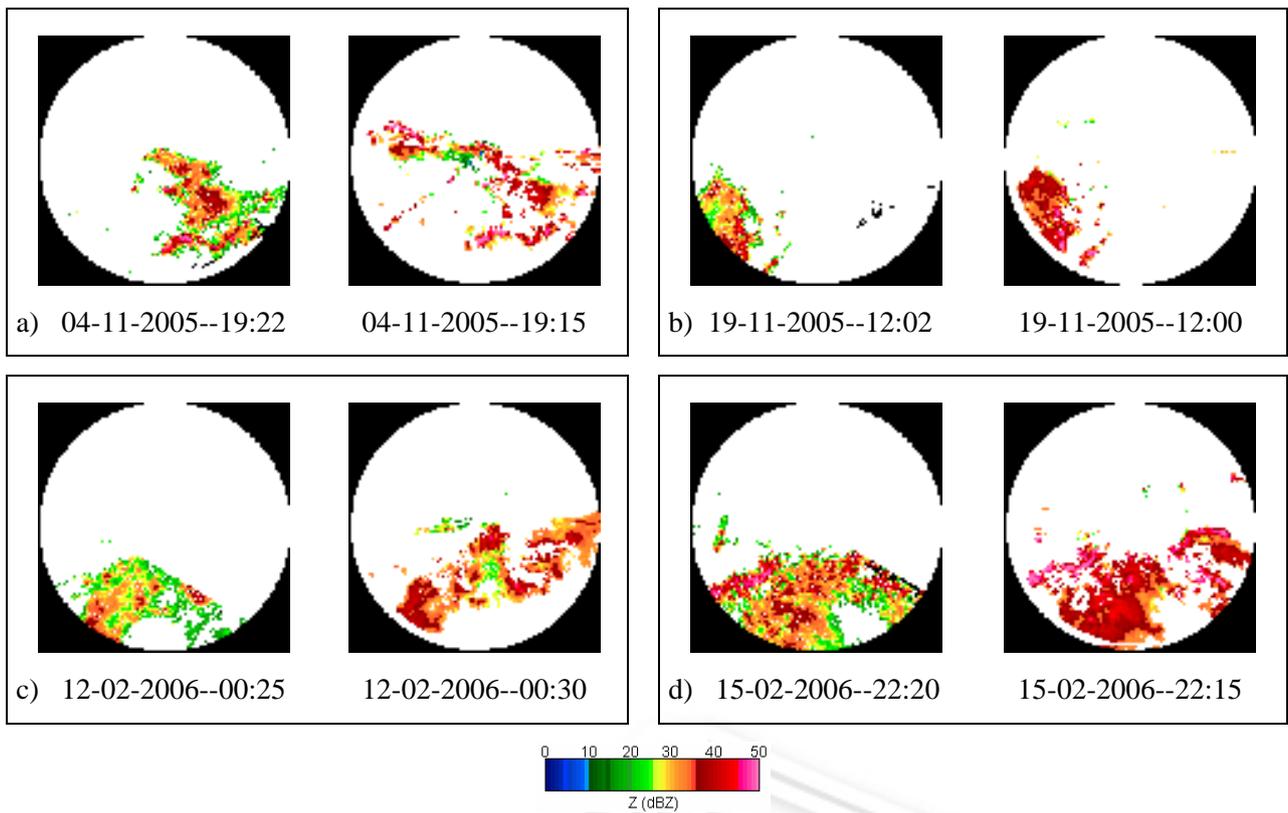
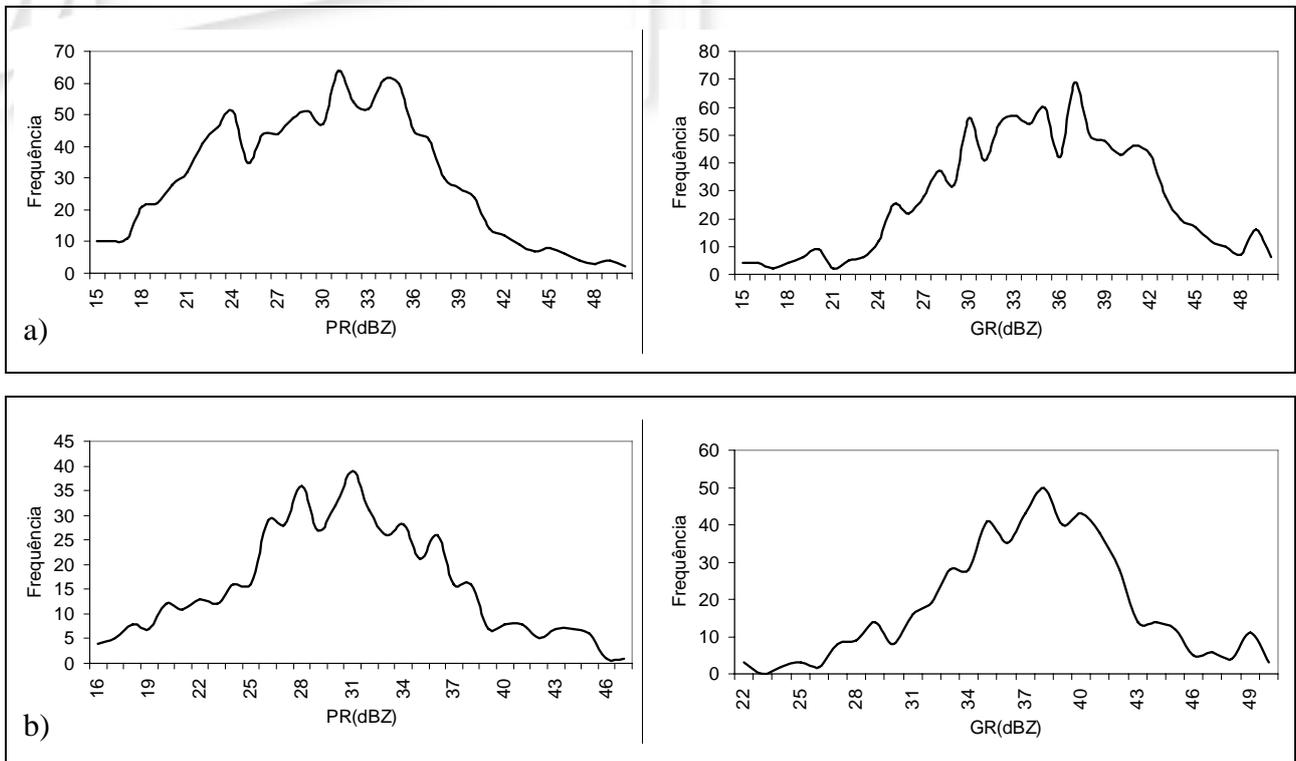


Figura 1 – Distribuição espacial da precipitação observada para a altura de 3km. Em todos os painéis a figura da esquerda (direita) representa o PR (GR).

Para analisar as diferenças entre as medidas feitas pelo PR e GR foram elaborados histogramas de frequência dos valores de refletividade observados. A Figura 2 mostra os resultados para os quatro casos escolhidos.



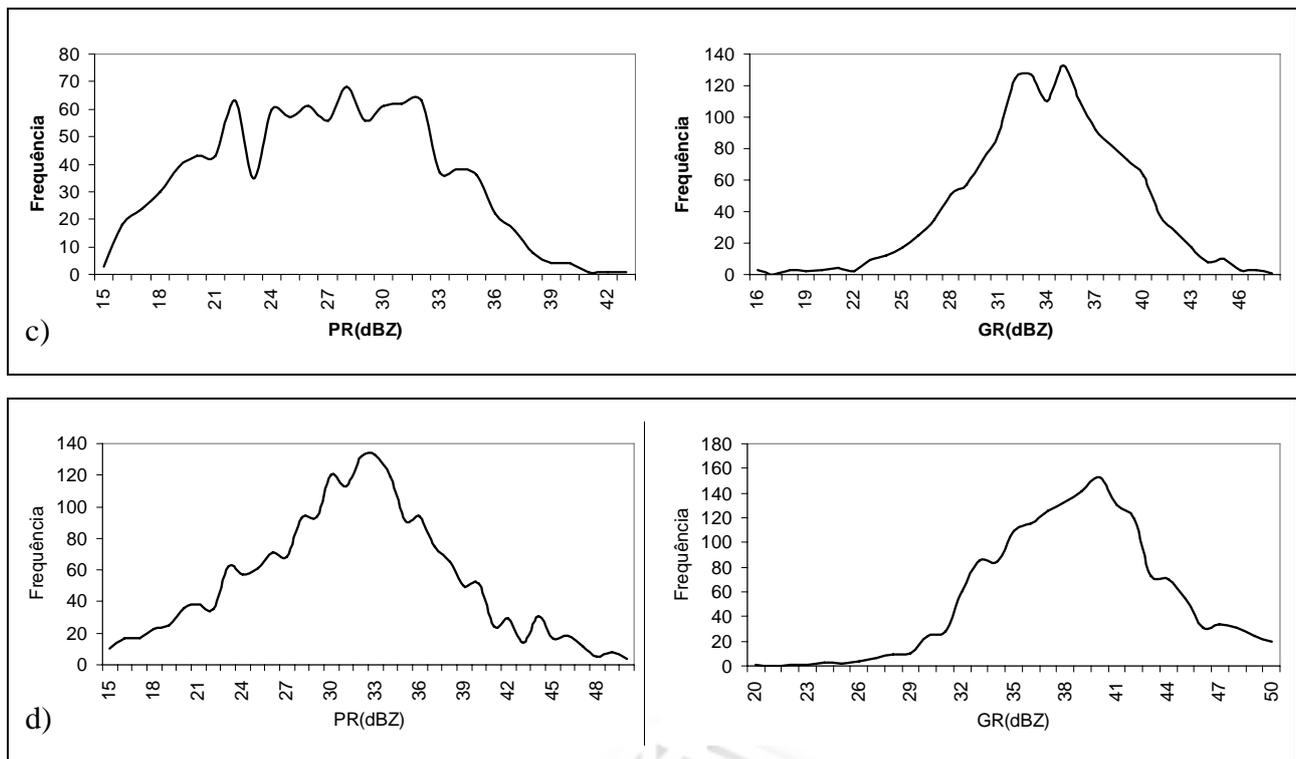


Figura 2 – Histograma de frequência para os casos selecionados. Os horários dos painéis a, b, c e d são coincidentes com os mesmos da Figura 1.

Observou-se na figura 2 que a diferença entre os picos de maior frequência de cada histograma é em torno de 7 dBZ, ou seja, o GR tende a superestimar o PR em 7 dBZ aproximadamente.

Essas diferenças observadas nos histogramas podem ser causadas pelo fato dos valores de refletividade do PR sofrerem o efeito da atenuação durante sua interação com os hidrometeoros. Além disso, incertezas impostas por variações no ganho da antena do GR devido a sujeira acumulada na parábola, desgastes na junta rotativa e outros problemas mecânicos e eletrônicos podem contribuir de forma substancial nas diferenças encontradas. Outro fato a ser considerado é o tipo de chuva observada, que para esses casos assumiu-se ser do tipo convectiva. Para diferentes tipos de chuva esses resultados podem ser alterados, porém esta investigação será objeto de futuros estudos. Morales et al. (2004) em estudos anteriores utilizaram os mesmos tipos de dados e obtiveram um BIAS de + 6.47 dBZ, que segundo os autores foi devido ao erro no ganho da antena.

Comparação GR x PL

A comparação do GR com o PL foi feita para avaliar o comportamento do GR antes e depois da correção do BIAS encontrado. Foram selecionados todos os casos que se tinham dados do GR, referentes ao mês de fevereiro de 2006, para área em torno do pluviômetro de Guarulhos. Gráficos de dispersão de refletividade contra taxa de chuva foram feitos com o objetivo de avaliar a relação existente entre as variáveis para os dois casos. Na Figura 3 observa-se que há uma significativa

correlação (ao nível de 0.05) entre o GR e os dados do pluviômetro. Comparando-se os dois gráficos de dispersão observa-se que os valores do GR não corrigido são bem mais altos que os do corrigido. Para avaliar o erro associado a não correção do radar de superfície tomamos como exemplo um valor de $y = 246461.57 \text{ mm}^6/\text{m}^3$. Utilizando a equação obtida na figura 3a encontramos um valor de $x = 40 \text{ mm/h}$, para a equação da figura 3b $x = 53 \text{ mm/h}$, o que produz um erro de 13 mm/h.

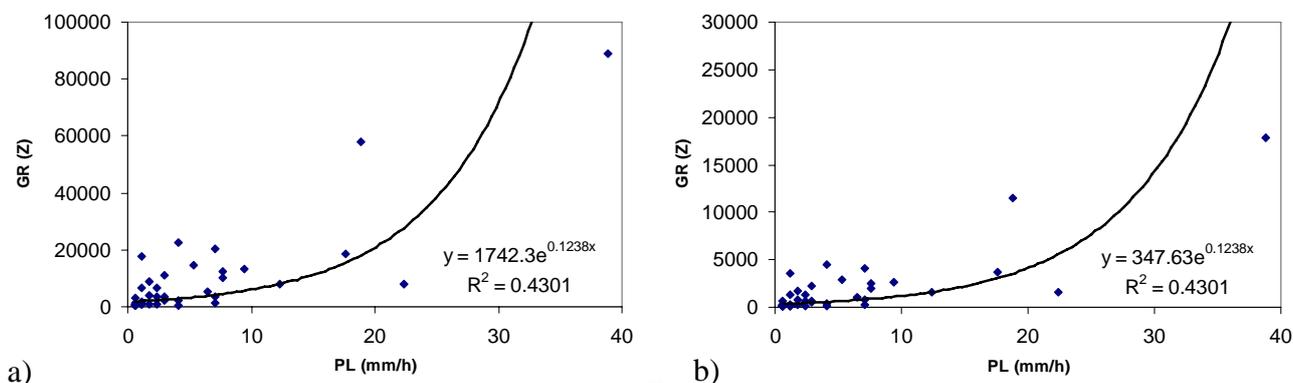


Figura 3 – a) Gráfico de dispersão GR x PL, b) com o GR corrigido em 7 dBZ para o mês de fevereiro de 2006.

CONCLUSÕES

A partir das comparações feitas entre o PR e o GR pôde-se concluir que suas distribuições espaciais são semelhantes, mas que o GR tende a superestimar os valores do PR em aproximadamente 7 dBZ. Esse erro pode está associado a vários fatores mecânicos e eletrônicos do radar. Para este trabalho foram usados apenas casos de chuva convectiva, mas estão sendo feitas investigações para outros tipos de chuva. Observou-se também que a não correção do BIAS implica em grandes erros quando comparado com dados de pluviômetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anagnostou, E.N., Morales, C.A. and Calheiros, R.V. Calibration of ground weather radar systems from TRMM precipitation radar observations: Application to the S-Band radar in Bauru, Brazil. Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro – RJ, pp. 1893-1898, 2000.
- Anagnostou, E. N., Morales, C. A. and Dinku, T. The use of TRMM precipitation radar observations in determining ground radar calibration biases, *Journal Atmospheric Oceanic Technology*, 18, 616-628, 2001.
- Furukawa, K. Report of the Ishigaki/Miyako Campaign Experiment for TRMM (IMCET), 1998 (http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/document/imcet98/index_e.htm).
- Lawrence, R.J. TRMM Satellite Validation Office, 2006 (http://trmm-fc.gsfc.nasa.gov/trmm_gv/).
- Morales, C.A., Machado, L.A.T., Silva Dias, M.A., Amorim, W. and Frediani, M.E.B. Characteristics of the precipitating systems during the 2002 dry-to-wet field campaign in the Amazon region. 14th International Conference on Clouds and Precipitation - ICCP 2004, Bologna, Italy, 2004.
- NASA: <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM/>