

TEMPESTADES E TEMPO SEVERO DURANTE O EXPERIMENTO CHUVA-GLM VALE DO PARAÍBA

Rachel ALBRECHT^{1*}, Carlos MORALES², Enrique MATTOS¹, Thiago BISCARO¹,
Luiz MACHADO¹, Evandro ANSELMO², João NEVES²

¹ CPTEC/INPE – Cachoeira Paulista, SP Brasil - *rachel.albrecht@cptec.inpe.br

² IAG/USP – São Paulo, SP Brasil

RESUMO: O experimento de campo CHUVA-GLM Vale do Paraíba foi realizado na região metropolitana de São Paulo e Vale do Paraíba, de Novembro de 2011 à Março de 2012. Este experimento teve como objetivo caracterizar os processos físicos de desenvolvimento de tempestades através de uma colaboração internacional com as atividades dos programas de satélite GOES-R e MTG. As tempestades foram observadas com a instrumentação do Projeto CHUVA e 10 sistemas de localização de raios, moinhos de campo elétrico, câmeras de vídeo rápida e o TRMM LIS. Neste estudo mostramos a relação entre a atividade elétrica dentro da nuvem e a ocorrência de tempo severo, como granizo, ventos fortes e alagamentos. A caracterização desta relação pode ser útil para o desenvolvimento de algoritmos de monitoramento, alerta e previsão de tempo a curto prazo.

ABSTRACT: CHUVA-GLM Vale do Paraíba field experiment took place in the metropolitan region of São Paulo and Paraíba Valley, from November 2011 to March 2012. The objective of this experiment was to characterize the physical processes of thunderstorm development throughout an international collaboration with the GOES-R and MTG satellite programs. The thunderstorms were observed with CHUVA instrumentation and 10 lightning location systems, field mills, high-speed video cameras and the TRMM LIS. In this study we show the relationship between the electrical activity inside the cloud and the occurrence of severe weather, like hail, damaging winds and flooding. The characterization of this relationship can be useful in the development of algorithms for monitoring, alerting and nowcasting.

1 - INTRODUÇÃO

O Projeto CHUVA (*Cloud processes of the main precipitation systems in Brazil: A contribution to cloud resolving modeling and to the GPM (Global Precipitation Measurement)*) investiga os diferentes regimes de precipitação do Brasil através de uma série de experimentos de campo. Nestes experimentos de campo são coletadas informações detalhadas sobre os processos físicos e microfísicos associados à formação e desenvolvimento de sistemas precipitantes através de um radar banda X de dupla polarização, radares de chuva em

microondas, disdrômetros, pluviômetros, radiômetro, lidar e rede de GPS para recuperação do vapor d'água integrado. Essas informações aperfeiçoarão a qualidade da estimativa de precipitação por sensoriamento remoto e o conhecimento sobre os processos microfísicos dos diversos sistemas precipitantes do Brasil, tais como nuvens quentes, tempestades locais, linhas de instabilidade, sistemas frontais e sistemas convectivos de mesoescala. Para mais informações sobre o Projeto CHUVA visite <http://chuvaproject.cptec.inpe.br>.

O quarto experimento de campo foi denominado *CHUVA-GLM (Geostationary Lightning Mapper) Vale do Paraíba* e, além da instrumentação para a caracterização dos processos físicos da formação da precipitação, também contamos com várias redes de detecção de raios. Este experimento de campo contou com a colaboração de diversas instituições brasileiras, americanas e europeias, além de empresas privadas. O objetivo principal deste experimento em específico foi coletar dados proxy para os futuros imageadores de raios GOES-R GLM e MTG LI (*Lightning Imager*). Assim, 4 sistemas de localização de raios (LLS – do inglês, *lightning locating systems*) totais (intra-nuvem e nuvem-solo) foram instalados na região metropolitana de São Paulo (LMA, LINET, Vaisala TLS200 e EarthNetworksTLN), além das redes operacionais (RINDAT, STARNET, WWLLN, GLN, ATDnet, GLD360, e BRASILDAT), câmeras de vídeo de alta velocidade, e o satélite TRMM-LIS. A Figura 1 mostra a distribuição espacial da instrumentação do CHUVA-GLM Vale do Paraíba.

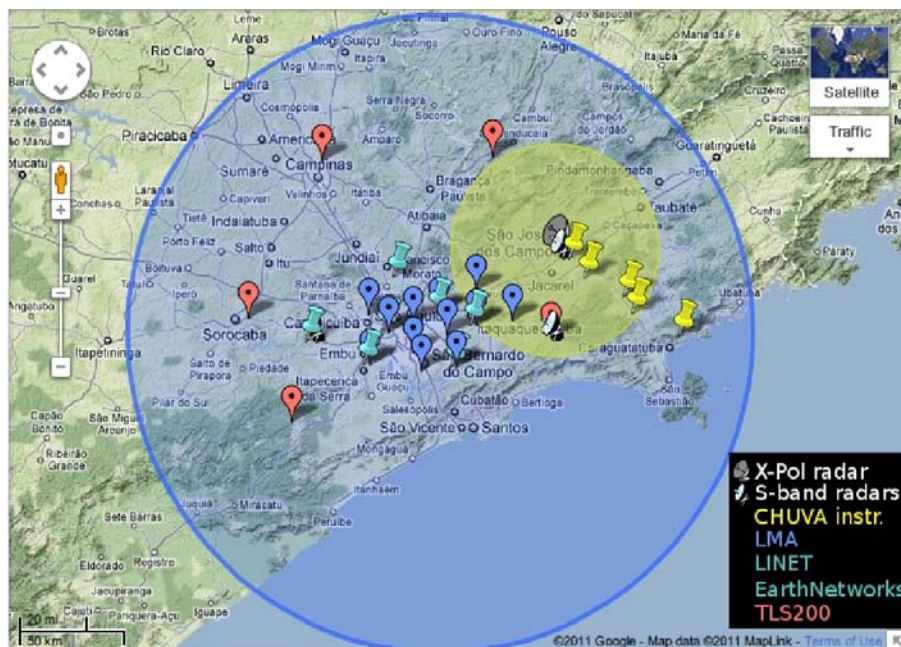


Figura 1 – Área de cobertura e instrumentação do experimento de campo CHUVA-GLM Vale do Paraíba. Pinos azuis, rosa e ciano representam as quatro redes de detecção de raios totais instaladas (LMA, TLS200, LINET e EarthNetowrks), enquanto que o pinos amarelos representam a localização dos instrumento do CHUVA (pluviômetros, disdrômetros, radiômetros, lidar, etc.). O círculo amarelo representa a area de cobertura de 50 km de raio do radar de dupla polarização banda X, e o círculo azul representa a área de cobertura de 250 km do LMA.

O *São Paulo Lightning Mapping Array* (SPLMA) foi instalado na região metropolitana de São Paulo usando 12 sensores com uma linha de base de 15 a 20 km, cobrindo uma área de 250 km de raio. O sistema LMA (Rison et al. 1999) localiza fontes eletromagnéticas provenientes do processo de propagação das descargas elétricas na frequência de VHF através da diferença de tempo de chegada do sinal em diversas estações a cada 80 ns. Centenas a milhares de fontes por descarga são detectadas no tempo e espaço, permitindo um mapeamento tri-dimensional das descargas elétricas com um erro nominal <50m dentro de 100 km do centro da rede (Goodman et al., 2005).

Este experimento obteve medidas detalhadas da formação e desenvolvimento de tempestades pela primeira vez no Brasil, onde uma grande variedade de sistemas foi observada: convecção local, linhas de instabilidade, frentes frias e convecção associada à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Neste estudo será apresentado o desenvolvimento de um sistema convectivo de tempo severo que produziu granizo em São Paulo e Guarulhos durante o experimento CHUVA-GLM Vale do Paraíba.

2 – RESULTADOS PRELIMINARES

De Novembro de 2011 à Março de 2012 vários casos de tempo severo foram observados durante o experimento, onde granizo, ventos fortes e alagamentos foram reportados na região metropolitana de São Paulo e através do estado. Infelizmente não existe um registro oficial de ocorrência de fenômenos meteorológicos no Brasil, logo durante o experimento foram coletadas informações sobre este tipo de ocorrência através da Defesa Civil, mídia (jornal e TV) e internet. Mais de 20 casos de granizo, ventos fortes e alagamentos foram reportados. No dia 07 de Janeiro de 2012 um sistema convectivo, associado à passagem de uma frente fria, produziu granizo de ~3cm de diâmetro e alagamentos em São Paulo e Guarulhos. A queda de granizo durou aproximadamente 20 minutos, entre 15:40 e 16:00 hora local (1740 e 1800 UTC). Este caso foi identificado através de vídeos publicados na internet.

A Figura 2 mostra a evolução do sistema convectivo que produziu granizo através do CAPPI em 3km da refletividade do radar (Z) de São Roque, e máximo valor de Z longitudinal e latitudinal versus altura, além da soma das fontes eletromagnéticas observadas pelo SPLMA. O sistema convectivo deslocou-se sobre a cidade de São Paulo de sudoeste para nordeste atingindo Guarulhos por volta das 1745 UTC, já com chuva de granizo. Altos valores de refletividade ($Z > 45$ dBZ) pode ser observada em alturas superiores a 8 km de altura, indicando uma forte corrente ascendente e presença de granizo. Neste mesmo horário pode-se observar o desenvolvimento de dois centros de carregamentos onde há um maior número de fontes de eletromagnéticas (>500 fontes) em 6 e 12 km de altura. Esses dois centros permanecem ativos

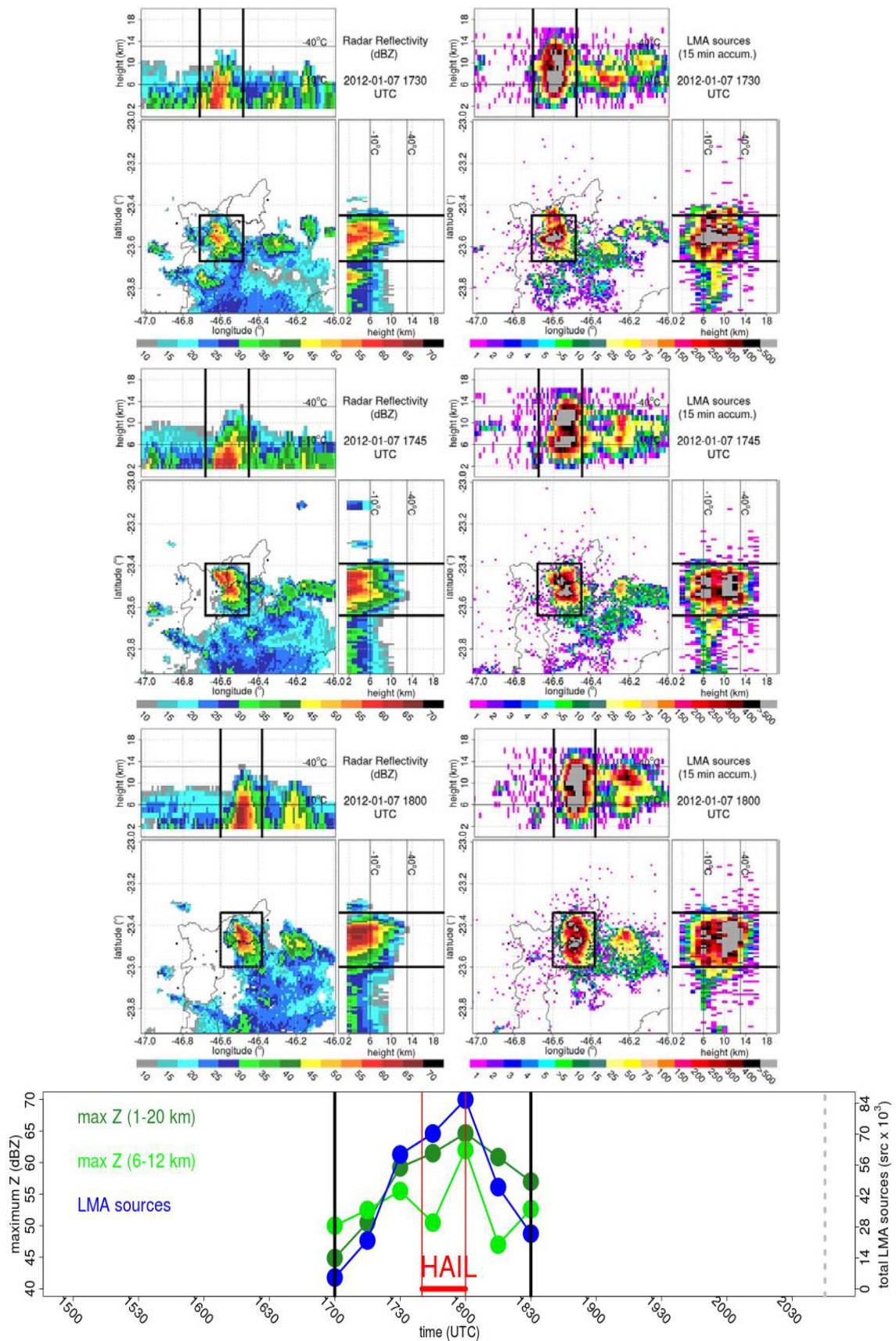


Figura 2 – CAPPI em 3km da refletividade do radar (Z) de São Roque, e máximo valor de Z longitudinal e latitudinal versus altura (painéis à esquerda), e soma das fontes eletromagnéticas observadas pelo SPLMA (painéis à direita). Máximos de Z e total de fontes eletromagnéticas somente sobre a célula convectiva que produziu granizo (painel de baixo).

por mais meia hora (até 1800 UTC), e então o centro inferior decai (1815 - 1830) devido à precipitação do granizo e desintensificação da corrente ascendente. $Z > 45$ dBZ pode ser observado a alturas acima de 10 km até 1830 UTC. O painel inferior da Figura 2 mostra os máximos valores de Z e total de fontes eletromagnéticas somente sobre a célula convectiva que produziu granizo. Podemos observar que o número de fontes eletromagnéticas aumenta rapidamente com o desenvolvimento da célula convectiva, e a ocorrência de granizo se dá próximo ao pico do número de fontes (~84 mil) e pico de Z (~65 dBZ). Este tipo de comportamento é denominado de “*lightning jump*” e tem sido associado à ocorrência de tempo severo (tornados, granizos, ventos fortes) em sistemas convectivos dos Estados Unidos (Schultz et al., 2009; Gatlin e Goodman, 2010).

3 – CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O aumento da atividade elétrica no interior do sistema convectivo de 07 de Dezembro de 2012 pode ser correlacionada com a produção de granizo. A sua dissipação também produziu uma rápida diminuição desta atividade. Esta característica está ligada à corrente ascendente e fluxo de hidrometeoros no interior da nuvem que promovem a transferência de carga e eletrificação das tempestades.

O monitoramento da atividade elétrica no interior da tempestade se mostrou útil na identificação de tempo severo. Os sistemas convectivos do experimento CHUVA-GLM Vale do Paraíba serão identificados e analisados para melhor entendermos essa relação e possivelmente desenvolvermos um algoritmo de monitoramento, alerta e nowcasting através da atividade elétrica de descargas totais (nuvem-solo e intra-nuvem).

AGRADECIMENTOS: FAPESP 2009/15235-8.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GATLIN, P. N.; GOODMAN, S. J.: A Total Lightning Trending Algorithm to Identify Severe Thunderstorms. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 27, 3–22 (2010).
- GOODMAN, S. J. ET AL: The North Alabama Lightning Mapping Array: Recent severe storm observations and future prospects. *Atmos. Res.*, 76, 423-437 (2005).
- RISON, W.; THOMAS, R. J.; KREHBEIL, P. R.; HAMLIN, T.; HARLIN, J.: A GPS-based three-dimensional lightning mapping system: Initial observations in central New Mexico, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 3573– 3576 (1999).
- SCHULTZ, C. J.; PETERSEN, W. A. ; CARREY, L. D.: Preliminary Development and Evaluation of Lightning Jump Algorithms for the Real-Time Detection of Severe Weather. *J. Appl. Meteorol. Climatol.*, 48, 2542-2563 (2009).