

Detecção de descargas atmosféricas totais a bordo de um satélite CubeSAT

CARRETERO, Miguel A.¹, NACCARATO, Kleber P.²

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP, Brasil
Mestre em Engenharia e Tecnologia Espaciais - CSE

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP, Brasil
Doutor em Geofísica Espacial - CST

miguel.carretero@inpe.br

Resumo. Nos estudos das mudanças climáticas são usados sensores para a detecção de fenômenos meteorológicos. Os dados obtidos são então aplicados em análises históricas (estudos climatológicos) e/ou em modelos numéricos de previsão (estudos futuros). Um dos fenômenos meteorológicos de grande impacto na sociedade são as descargas atmosféricas. Atualmente, o Brasil possui uma rede de sensores de superfície (denominada BrasilDAT), a qual detecta as descargas atmosféricas que ocorrem no céu (chamadas de intra-nuvem) e que atingem a superfície (chamadas de nuvem-solo). O experimento apresentado neste trabalho tem como objetivo obter informações sobre as descargas atmosféricas totais (intra-nuvem e nuvem-solo) a partir do uso sensores a bordo de satélite. As informações obtidas a partir desse experimento podem ser aplicadas na identificação de sistemas convectivos severos que provocam inúmeros prejuízos à sociedade. A validação dos dados do sensor a bordo do satélite pode ser feita comparando-se com os dados já existentes da rede BrasilDAT.

Palavras-chave: Satélite, Descargas Atmosféricas, Modelos, Previsão.

1. Introdução

A BrasiDAT é uma rede de sensores de solo capaz de detectar simultaneamente descargas atmosféricas intra-nuvem (IN) e nuvem-solo (NS). Atualmente, essa rede é composta por 56 sensores que cobrem 10 Estados brasileiros, estando distribuídos pelas regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e parte do Nordeste do Brasil (NACCARATO, *et al.*, 2012). Até o final de 2014, a rede cobrirá todo o Nordeste do Brasil, totalizando assim 70 sensores de superfície.

A detecção simultânea de descargas IN e NS tem se mostrado muito eficiente para a previsão de eventos meteorológicos severos (chuvas intensas, ventos fortes e eventualmente ocorrência de granizo) além de permitir o estudo das condições meteorológicas predominantes em uma determinada região (NACCARATO, *et al.*, 2012).

Cálculos teóricos recentes fornecidos pelo fabricante da rede BrasilDAT mostram que sua eficiência de detecção estimada para descargas NS está entre 85% a 90% e de 50 a 60% para as descargas IN na área de cobertura dos sensores. Estudos pontuais utilizando outras técnicas (NACCARATO, *et al.*, 2012) comprovam esses valores, no entanto eles são restritos a regiões muito pequenas e não refletem exatamente o comportamento de toda a rede.

A obtenção de novos dados de descargas totais (NS e IN) será realizada mediante satélite. Nesse experimento utiliza-se uma antena de rádio frequência de amplo espectro (na faixa de dezenas de kHz a centenas de MHz) para detecção da componente radiativa das emissões eletromagnéticas das descargas e uma câmera de imageamento de luz focada nos comprimentos de onda entre 650 e 1050nm, onde ocorrem os picos de emissão de luz na troposfera. O satélite usado será de baixo custo, pois conterá somente o experimento para a aquisição dos dados de descargas totais e com tempo limitado de uso. Dentro desses requisitos, a melhor opção é o CubeSAT (HEIDT, *et al.*, 2000).

O CubeSAT é um satélite que permite criar missões espaciais de baixo custo e com as mais diversas cargas úteis embarcadas. O satélite que atende aos requisitos do experimento é o QB50 CubeSAT da Cycle Space (CYCLE SPACE, 2014). Esta plataforma é composta de todos os componentes básicos de um satélite além de área para múltiplas cargas úteis. A carga útil para a detecção é composta de dois equipamentos: uma antena de rádio frequência que opera de 10 kHz a 400 MHz e uma câmera do tipo CMOS com resolução de 2048 x 1536 pixels e 10 bit de paleta de cor.

2. Metodologia

A detecção de descargas atmosféricas totais no satélite será feita utilizando uma antena de RF com filtros para duas bandas de frequência, uma banda baixa (faixa de kHz) e outra alta (faixa de MHz) conforme descrito em (JACOBSON, *et al.*, 1999). A geolocalização da descarga será obtida pela câmera com a utilização do algoritmo adaptado do sensor LIS a bordo do satélite TRMM (CHRISTIAN, *et al.*, 2000). A identificação, a caracterização e a correlação dos dados de descargas atmosféricas do experimento espacial com a rede BrasilDAT serão obtidas utilizando os métodos abaixo descritos:

- **Coincências estatísticas:** busca por valores coincidentes entre os dados espaciais (CubeSAT) e os dados de solo (BrasilDAT);
- **Identificação das classes:** classificação dos dados espaciais em descargas NS ou IN e sua correlação com os dados de solo;
- **Distribuição geográfica dos eventos:** consolidação dos eventos coincidentes para uma determinada região geográfica (dentro da área de cobertura da rede de solo);
- **Características dos dados espaciais e de solo:** comparação entre os dados espaciais e de solo para a região geográfica estudada em termos das características físicas das descargas

Com isso, será possível avaliar os cálculos teóricos de eficiência de detecção da rede BrasilDAT conforme descrito por Naccarato, et al. 2012.

3. Resultados e Discussão

Para a realização deste trabalho é necessária uma campanha de detecção de descargas (a bordo do satélite CubeSAT) durante o período de maior incidência de descargas na área de cobertura da rede BrasilDAT, que ocorre entre os meses de Outubro a Março. O tempo de passagem do satélite sobre a área deverá ser entre 20 a 30 minutos com uma órbita de 90 minutos. Os resultados apresentados pelo trabalho de Jacobson, et al. (1999) servirão de base para a validação dos resultados obtidos pelo experimento

espacial. Após a validação dos resultados do experimento será feita a avaliação da eficiência de detecção de descargas totais da rede BrasilDAT.

Um objetivo secundário possível é a visualização das descargas atmosféricas totais durante a passagem do satélite, uma vez que os dados serão transmitidos a estação de solo, sendo então armazenados em um banco de dados. O desenvolvimento de aplicações a partir desta base de dados permitirá a visualização das informações quase em tempo real.

4. Conclusão

Este trabalho integra a pesquisa científica do sistema terrestre (monitoramento de descargas atmosféricas) e o desenvolvimento tecnológico da engenharia espacial (experimentos a bordo satélite) sem a necessidade de anos de espera pelo lançamento de um satélite operacional.

O trabalho conjunto dessas duas áreas (CST e ETE) possibilitará desenvolver conhecimento nacional para o monitoramento ambiental de descargas atmosféricas a partir do espaço, servindo como ponto de partida para futuras pesquisas tanto na área de Ciência do Sistema Terrestre como na Engenharia Espacial.

Referências

- CHRISTIAN, J.; BLAKESLEE, R. J.; GOODMAN, J. et al. **ALGORITHM THEORETICAL BASIS DOCUMENT (ATBD) FOR THE LIGHTNING IMAGING SENSOR (LIS)**. George C. Marshall Space Flight Center - NASA. [S.l.], p. 53. 2000.
- CYCLE SPACE. 2U CubeSat Platform for the QB50 mission. **QB50**, 2014. Disponível em: <http://www.clyde-space.com/cubesat_shop/qb50>. Acesso em: 01 maio 2014.
- HEIDT, H.; PUIG-SUARI, J.; MOORE, A. S. et al. CubeSat: A new Generation of Picosatellite for Education and Industry Low-Cost Space Experimentation. In: 14TH Annual/USU Conference on Small Satellites. [S.l.]. **Proceeding...** [s.n.], 2000.
- JACOBSON, A. R.; CUMMINS, K. L.; CARTER, et al. **FORTE observations of lightning radio-frequency signatures: Prompt coincidence with strokes detected by the National Lightning Detection Network**. United States Department of Energy. [S.l.], p. 36. 1999. (LA-UR-99-870).
- JACOBSON, R. A.; CUMMINS, L. K.; CARTER, M. et al. FORTE radio-frequency observation of lightning strokes detected by the National Lightning Detection NetWork. In: Journal of Geophysical Reserarch. [S.l.]. **Proceeding...** [s.n.], 2000. p. 653-662.
- NACCARATO, K. P.; SARAIVA, C. V.; SABA, M. M. F. et al. First Performance Analysis of BrasilDAT Total Lightning Network in Southeastern Brazil. In: International Conferemce on Grounding and Earthing & 5th International Conference on Lightning Physics adn Effects. Bonito. **Proceeding...** [s.n.], 2012.