

## **SISTEMA DE DETECÇÃO DE RELÂMPAGO DE BAIXO CUSTO: IMPLEMENTAÇÃO.**

*Odim Mendes Jr.<sup>1</sup>, Margarete Oliveira Domingues<sup>2</sup>,  
Irani Inácio Cordeiro<sup>3</sup>, Varlei Everton Menconi<sup>4</sup>  
(odim@dge.inpe.br)*

DGE/CEA<sup>1</sup>, CPTEC<sup>2</sup>, IC-FAPESP<sup>3</sup>, PCI-CNPq<sup>4</sup>  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, Cx. P. 515  
12201-970 São José dos Campos, São Paulo, Brasil

### **RESUMO**

O monitoramento de descargas elétricas atmosféricas é útil para inúmeros propósitos, tanto de investigação científica quanto de aplicações. Alguns sistemas de detecção e rastreamento de descargas existem envolvendo forte desenvolvimento tecnológico, mas que são de alto custo. Embora indiscutivelmente instrumentos valiosos, devido a essas características esses sistemas nem sempre estão disponíveis. Assim, o propósito deste trabalho é apresentar um sistema de monitoramento de baixo custo. A metodologia de desenvolvimento consiste do uso de um dispositivo com base na técnica de localização direcional magnética, microcomputadores, programas de livre distribuição e acesso a Internet. Embora utilize um equipamento sensor relativamente simples, obtêm-se informações básicas das descargas elétricas nuvem-solo. O trabalho indica que informações podem ser tabuladas e o potencial uso, auxiliando por exemplo as observações meteorológicas.

### **PALAVRAS-CHAVE**

**Descargas elétricas atmosféricas, Relâmpagos, detetor direcional magnético.**

## INTRODUÇÃO

Conhecidos desde a origem do homem, os relâmpagos apresentam grande perigo durante a sua ocorrência, porém seu comportamento na atmosfera ainda não é previsível. Para entendimento do fenômeno contam-se atualmente com vários recursos tecnológicos, técnicas e metodologias de observação e medição dos relâmpagos. Várias dessas técnicas de detecção lidam com o registro das descargas elétricas atmosféricas nuvem-solo montando um banco de dados organizados temporalmente, permitindo análises em tempo real, quase real ou para tratamento posterior (Uman, 1987; Mendes e Domingues, 2002). As descargas nuvem-solo têm importância significativa por afetar serviços, instalações e os seres vivos.

Os sistemas existentes atualmente possuem uma tecnologia sofisticada, sendo o custo para trabalhar com esses recursos muito alto. Apresenta-se neste trabalho a implementação de um sistema de monitoramento de descargas elétricas atmosféricas de baixo custo, utilizando uma metodologia baseada na técnica "Magnetic Direction Finder" (MFD), que permite um procedimento de triangulação (Krider et al., 1976; Holle e Lopez, 1993). Para o desenvolvimento do sistema de monitoramento serão utilizadas ferramentas de livre distribuição disponíveis para o ambiente operacional GNU/Linux (<http://www.linux.org>). Como veículo de integração dos dados coletados e de disseminação em tempo real da informação processada, faz-se uso da Internet.

## METODOLOGIA E DADOS

Os relâmpagos ocorrem associados, em geral, às nuvens Cumulonimbus (Cb). Essas nuvens são forte geradoras de carga elétrica, alterando o campo elétrico de tempo bom e as condições da atmosfera ambiente. As nuvens Cb são caracterizadas pelo forte movimento convectivo e grande

extensão vertical (a base em torno de 2 Km de altitude e o topo podendo estender-se até a tropopausa, a aproximadamente 18 Km na região tropical). O processo de formação dessas nuvens depende das condições termodinâmicas e dinâmicas da troposfera local (Ogawa, 1995). O ciclo de vida dessas nuvens divide-se classicamente em três estágios: inicial; maduro e dissipativo. Estes estágios caracterizam-se em função do sentido do movimento vertical predominante das correntes de ar em seu interior. Esse ciclo é, em geral, de uma a duas horas. Os relâmpagos podem ser classificados quanto a: (a) origem e configuração (nuvem-solo, solo-nuvem, intranuvem, da nuvem para a região lateral na atmosfera e para a Estratosfera, como esquematizado na Figura 1; (b) multiplicidade (número de descargas que constitui os relâmpagos nuvem-solo); (c) polaridade (carga elétrica associada): um relâmpago que inicia-se em uma região de cargas negativas é definido como um relâmpago de polaridade negativa; se em carga positiva, um relâmpago positivo; e se apresenta descargas múltiplas com ambas polaridades, um relâmpago bipolar (Uman, 1987).

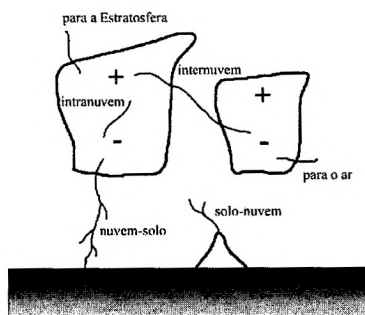


Fig. 1 – Tipos de descargas elétricas atmosféricas.

Os relâmpagos mais frequentes são os do tipo intranuvem; porém os do tipo nuvem-solo, por afetarem a superfície, são de grande interesse. O método de localização direcional magnética permite um bom apontamento direcional e possibilita a criação de um dos sistemas de detecção de descarga nuvem-solo. Esse tipo de sistema emprega dois ou mais sensores que medem o ângulo azimutal entre uma direção referencial do sensor e a descarga elétrica, na verdade o sinal decorrente da descarga de retorno. Esse ângulo é tipicamente determinado por meio de 2 anéis (loops) de antenas magnéticas ortogonais por meio das componente medidas do sinal eletromagnético recebido. Na realidade, esse sistema baseia-se no procedimento de triangulação. Quando 3 ou mais sensores são utilizados, um procedimento de otimização que minimiza os erros no ângulo pode ser empregado.

Para a implementação desse sistema, quatro tópicos estão sendo atendidos: (a) a instalação dos dispositivos MFD e o funcionamento em GNU/Linux; (b) a definição de forma de aquisição e de integração de dados; (c) o processamento dos dados e a estruturação da informação; e (d) a disponibilidade dessas informações em tempo real via WEB. Como uma etapa final, uma otimização deverá ser efetuada no sistema finalmente constituído.

A etapa (b) consiste em identificar a entrada de dados, assegurar a sua integridade, processar esses dados por meio de um modelo matemático que resolva a triangulação a fim de gerar a localização das descargas detectadas pelo sistema. Uma etapa importante dessa implementação é o transporte de dados via rede, pois os dados são visualizados em tempo real. O algoritmo desenvolvido para a geração da informação tem de lidar com protocolos de comunicação entre redes a fim de que o desempenho da transferência dos dados seja de forma otimizada, sem perdas de informação. Outra questão em consideração é a segurança do sistema de informação, tanto para o servidor da informação quanto para os clientes que estarão visualizando e/ou acessando os dados.

## RESULTADOS E COMENTÁRIOS

Foram instalados quatro sensores MDF na região Sudeste do Brasil (região do Vale do Paraíba e adjacências), com a localização ilustrada na Figura 2. Inicialmente estão sendo utilizados os sensores StormTrackers, da Bolteck Inc. O primeiro foi instalado em Cachoeira Paulista/SP, no CPTEC/INPE, mostrado na Figura 3. Os demais em São José dos Campos/SP, no CPTEC/INPE; em Itajubá/MG, no Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA); e em Campinas/SP, no CEPAGRI no campus da UNICAMP. Um quinto sensor está sendo instalado na CCMN da UFRJ.



Fig. 2 – Localização dos sensores de detecção MFD.

A aquisição dos dados nos sensores está sincronizada com o uso de um GPS e um servidor de tempo. Para suporte da antena foi desenvolvido uma base em PVC, sem junções ou partes metálicas, sendo de fácil instalação, resistente e de baixo custo (detalhe apresentado na Figura 3).

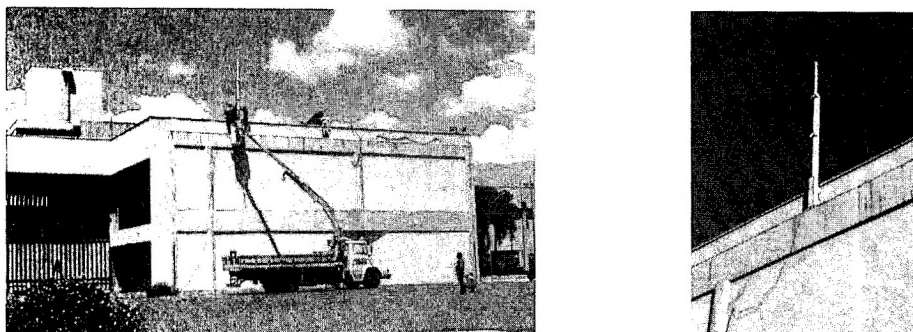


Fig. 3 – Instalação do sensor em Cachoeira Paulista, São Paulo, Brasil, e detalhe do suporte.

Nesta etapa do trabalho, definiu-se a configuração dos microcomputadores; do ambiente operacional GNU/Linux; e de um procedimento de transferência dos dados via Internet. A Figura 4 esquematiza essa forma de dispor os dados, descrevendo os terminais de aquisição, processamento e o servidor WEB.

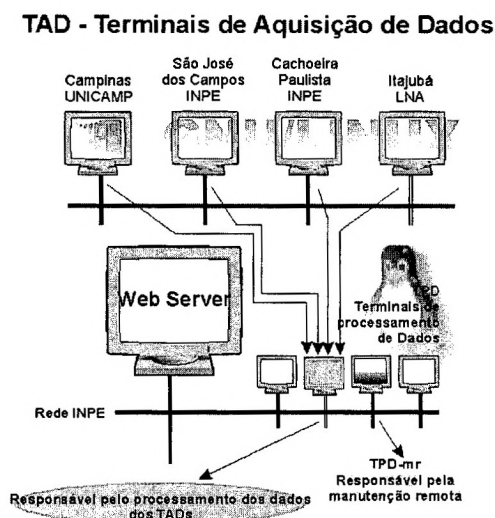


Fig. 4 – Esquema de transmissão de dados.

Elaborou-se uma interface preliminar de visualização dos dados dos sensores individualmente utilizando o programa GNUPlot (<http://www.gnu.org>) Essas visualizações da informação, em tempo real, das tempestades elétricas estão disponíveis na página <<http://www.dge.inpe.br/wotan>>. Um exemplo é mostrado na Figura 5. Em breve uma visualização com os dados integrados também estará disponível.

Com esse sistema, qualquer usuário interessado poderá ter acesso, em tempo real e sem custos, aos dados e demais produtos processados ou mesmo desenvolver novas abordagens.

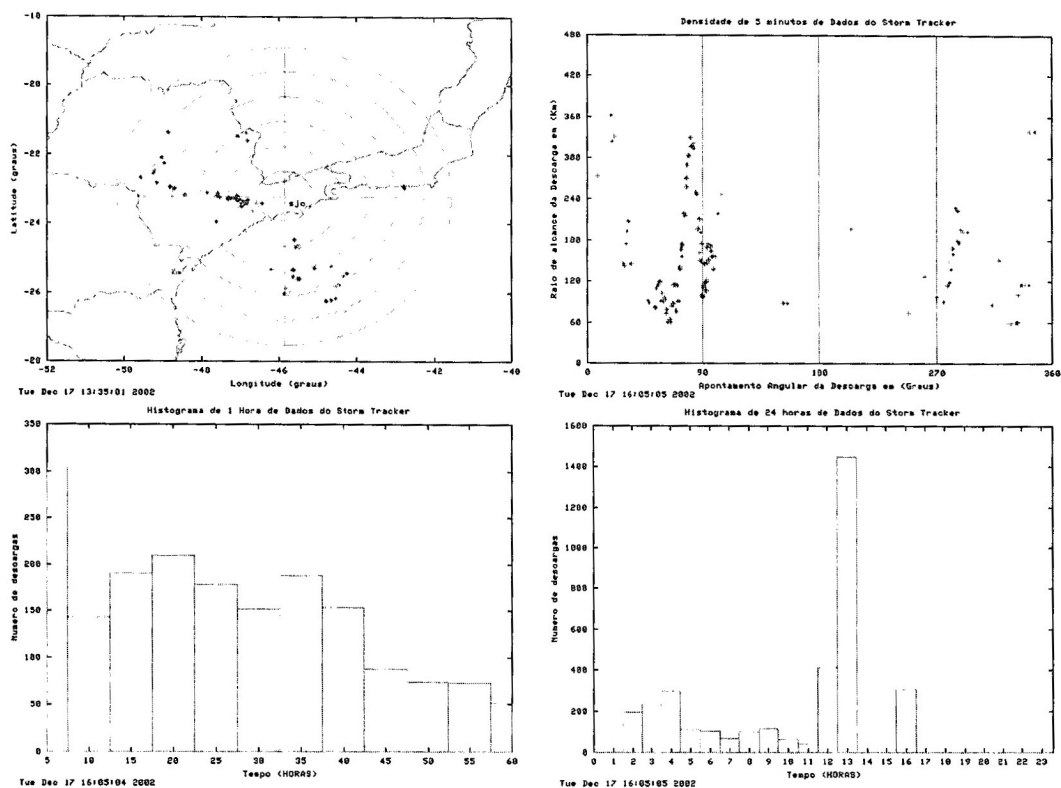


Fig. 5 – Exemplos de informação obtida com esse detector: (a) mapa das descargas, (b) visualização por quadrante, (c) histograma das descargas na última hora, (d) e histograma das descargas no dia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Holle, R. H.; Lopez, R. E. **Overview of real-time lightning detection systems and their meteorological uses**. Norman, Oklahoma, Oct. 1993. (NOAA ERL NSSL-102).

Krider, E. P.; Noggle, R. C.; Uman, M. A. A gated, wideband magnetic direction finder for lightning return strokes. **Journal of Applied Meteorology**, 15:301-306, March 1976.

Mendes, O. Jr.; Domingues, M. O. Introdução a Eletrodinâmica Atmosférica. **Revista Brasileira de Ensino em Física**, 24:1-17, março 2002.

Ogawa, T. Lightning currents. In: Volland, H. ed. **Handbook of Atmospheric Electrodynamics**. I. CRC, London, 1995. p. 93-136.

Uman, M. A. **The lightning discharge**. Academic, Florida, 1987. 377p.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP (Projetos Via-Lux, Proc. Nº 1998/3860-9, e Corisco, Proc. Nº 00/15008-7) e ao CNPq (Proc. Nº 380594/02-1) o apoio financeiro recebido; e ao CPTEC/INPE, ao LNA, ao CEPAGRI/UNICAMP e ao CCMN/UFRJ o apoio logístico.