

IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE DE MONITORAMENTO DO CAMPO ELÉTRICO ATMOSFÉRICO NO VALE DO PARAÍBA

Marco A. S. FERRO¹, Jorge YAMASAKI¹, Douglas R. M. PIMENTEL¹,
Kleber P. NACCARATO², Marcelo M. F. SABA²

¹IAE/ACA - e-mail: marcomasf@iae.cta.br ²INPE/ELAT

RESUMO: Na região de São José dos Campos, situada no Vale do Paraíba, está em processo final de implantação uma rede de monitoramento de campo elétrico atmosférico que será constituída de dez sensores do tipo Electric Field-Mill (EFM). Uma vez que a região tem uma ótima cobertura da Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas – BrasilDAT, as informações sobre a localização, intensidade do pico de corrente e polaridade dos relâmpagos nuvem-solo fornecidas por ela serão correlacionadas com os dados fornecidos pela rede de monitoramento do campo elétrico atmosférico. Os dados serão analisados a partir de programas computacionais desenvolvidos como parte do projeto e fornecerão os parâmetros necessários para definir os ajustes e os critérios que permitirão a criação de um sistema de alerta de risco de relâmpagos para a região, objetivo final da implantação da rede de monitoramento.

ABSTRACTIC: An atmospheric electric field monitoring network that will be constituted by ten Electric Field-Mill (EFM) sensors is in final process of installation in the region of São Jose dos Campos, situate in the Paraíba Valley. Once the region has an excellent covering of the Brazilian Lightning Detection Network - BrasilDAT, the information on the location, peak current intensity and polarity of cloud-to-ground lightning supplied by it will be correlated with the data supplied for the atmospheric electric field network. The data will be analyzed using computational programs developed inside the project and will supply the parameters necessary to define the setup and the criteria that will allow the creation of a warning system of lightning risk for the region, the main goal of the installation of the atmospheric electric field monitoring network.

1 – INTRODUÇÃO

Um estudo recente (Lengyel, 2004) mostrou que mais da metade dos acidentes com relâmpagos resultam do primeiro ou um dos primeiros relâmpagos nuvem-solo (NS) em uma tempestade e que um significativo número de acidentes resultam do retorno às atividades externas um pouco antes da atividade de relâmpagos ter realmente cessado. Esses resultados suportam um estudo prévio (Holle et al., 1992) que mostra que a maioria dos acidentes ocorre ou durante a iniciação da tempestade ou durante a sua dissipação. Entre esses períodos, quando a ameaça de relâmpago é óbvia, existem menos acidentes. Portanto, pode ser concluído que os períodos de iniciação e

dissipação da atividade de relâmpagos são criticamente importantes do ponto de vista tanto da segurança patrimonial como, principalmente, da segurança humana. Por essa razão, um grande esforço tem sido feito para desenvolver métodos para prever a ocorrência de relâmpagos com o objetivo de permitir a execução de atividades consideradas críticas de modo mais seguro bem como proteger a vida humana em diversas atividades externas.

Atualmente, diversos trabalhos tratam de métodos de alerta de relâmpagos desenvolvidos a partir das informações fornecidas por sistemas de detecção e localização de relâmpagos NS (Murphy et al., 2000 e 2002; Holle et al., 2003). Adicionalmente, outros trabalhos em particular combinam o número total de relâmpagos com informação de radar meteorológico num esforço para melhorar a precisão dos alarmes de ameaça de relâmpago (Murphy and Holle, 2005 e 2006). Finalmente, alguns estudos recentes apresentaram sistemas automatizados de alerta de relâmpagos baseados numa combinação da informação de detecção de relâmpago com os dados de um ou mais sensores de campo elétrico atmosférico do tipo EFM (Murphy et al., 2008; Montanya et al., 2008; Beasley et al., 2008; Aranguren et al., 2009). Esses estudos mostram que as medidas efetuadas pelo sensor de campo elétrico são fortemente influenciadas pelas características do local de instalação do mesmo (por exemplo, a altura do centro de carga da nuvem naquela região, a topografia, etc.). Portanto, a efetividade dos métodos de alerta de relâmpagos que utilizam informações de campo elétrico varia de região para região. Naccarato et al. (2008) apresentaram uma análise preliminar comparando alertas automáticos gerados somente por disparos de EFM e alertas baseados somente na ocorrência de descargas de relâmpagos NS em uma região do Vale do Paraíba. Ferro et al. (2011) ampliaram a análise preliminar realizada por Naccarato, para a mesma região, comparando a informação de um EFM instalado numa área específica com informações de relâmpagos NS fornecidas pela rede brasileira de detecção de descargas atmosféricas – BrasilDAT, de modo a avaliar como a informação da variação do campo elétrico atmosférico pode auxiliar no processo de tomada de decisão de emissão de alerta sobre o risco de ocorrência de relâmpago.

Este trabalho descreve a metodologia a ser empregada para análise dos dados de uma rede de monitoramento do campo elétrico atmosférico, localizada no Vale do Paraíba, que, ao fim de sua instalação completa, terá 10 sensores operando simultaneamente e atualizando o campo elétrico local a cada 5 minutos. Sete dos 10 sensores foram instalados pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica da Divisão de Ciências Atmosféricas do Instituto de Aeronáutica e Espaço (ACA/IAE) e estão em operação. Outros 3 sensores estão sendo instalados pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (ELAT/INPE).

2 – DADOS E MÉTODO DE ANÁLISE

Um estudo realizado por Ferro (2011), baseado nos dados de um dos sensores da rede que se encontra instalado a mais de três anos, permitiu definir a área de atuação do sensor e a

intensidade do campo elétrico atmosférico para a qual o alerta de risco de relâmpago é disparado, que levaram à maior eficiência do sistema de alarme baseado nesse único sensor. Com base nos resultados desse trabalho, foram definidos os pontos de instalação dos demais sensores na região de cobertura da rede de monitoramento do campo elétrico no Vale do Paraíba. Os dados dos sensores são interpolados utilizando o método de interpolação de Barnes de múltiplas passagens. O processo de interpolação associa a cada ponto da região (grid) um valor de campo elétrico, tornando possível a visualização do comportamento do campo elétrico atmosférico por meio de gráficos de isolinhas de campo.

Conforme mencionado anteriormente, a região de cobertura da rede é definida considerando o raio de maior eficiência para cada EFM já estabelecido em trabalho anterior (Ferro et al., 2011). O espaçamento médio entre os sensores é de aproximadamente 23 km. Os sensores da rede de monitoramento utilizados neste trabalho são os sete que se encontram em operação, pertencentes à ACA/IAE, cujas localizações são mostradas na Figura 1 a seguir.

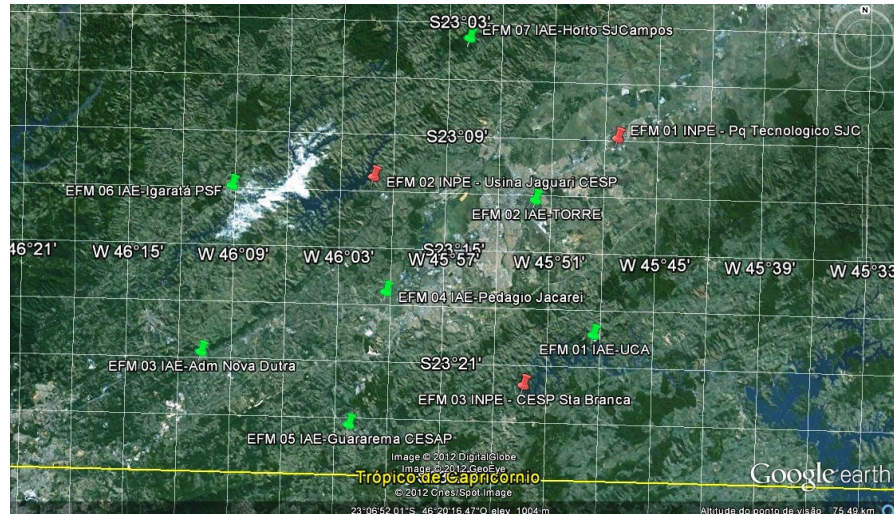


Figura 1: Área de cobertura da rede de monitoramento do campo elétrico atmosférico. Verde: sensores da ACA/IAE em operação; Vermelho: sensores do INPE em processo de instalação. Grade de 5 km.

3 – RESULTADOS

Estão sendo reduzidos os dados de campo elétrico obtidos durante o último verão (outubro de 2011 a março de 2012), bem como as informações sobre os relâmpagos ocorridos dentro da área de cobertura da rede de monitoramento de campo elétrico para esse mesmo período. Serão selecionados o primeiro e o último relâmpagos ocorridos dentro da área de cobertura da rede para cada tempestade. Através do processo de interpolação, serão geradas isolinhas de campo elétrico para os instantes 30, 20, 15, 10, 5, 3, 2, e 1 min que antecedem a ocorrência do primeiro e posteriores à ocorrência do último relâmpago da tempestade, bem como no instante do impacto. Na Figura 2, a título de exemplo, é apresentado um caso de relâmpago ocorrido no

último verão, dentro da área de cobertura da rede, e as respectivas isolinhas de campo elétrico para os instantes mencionados anteriormente.

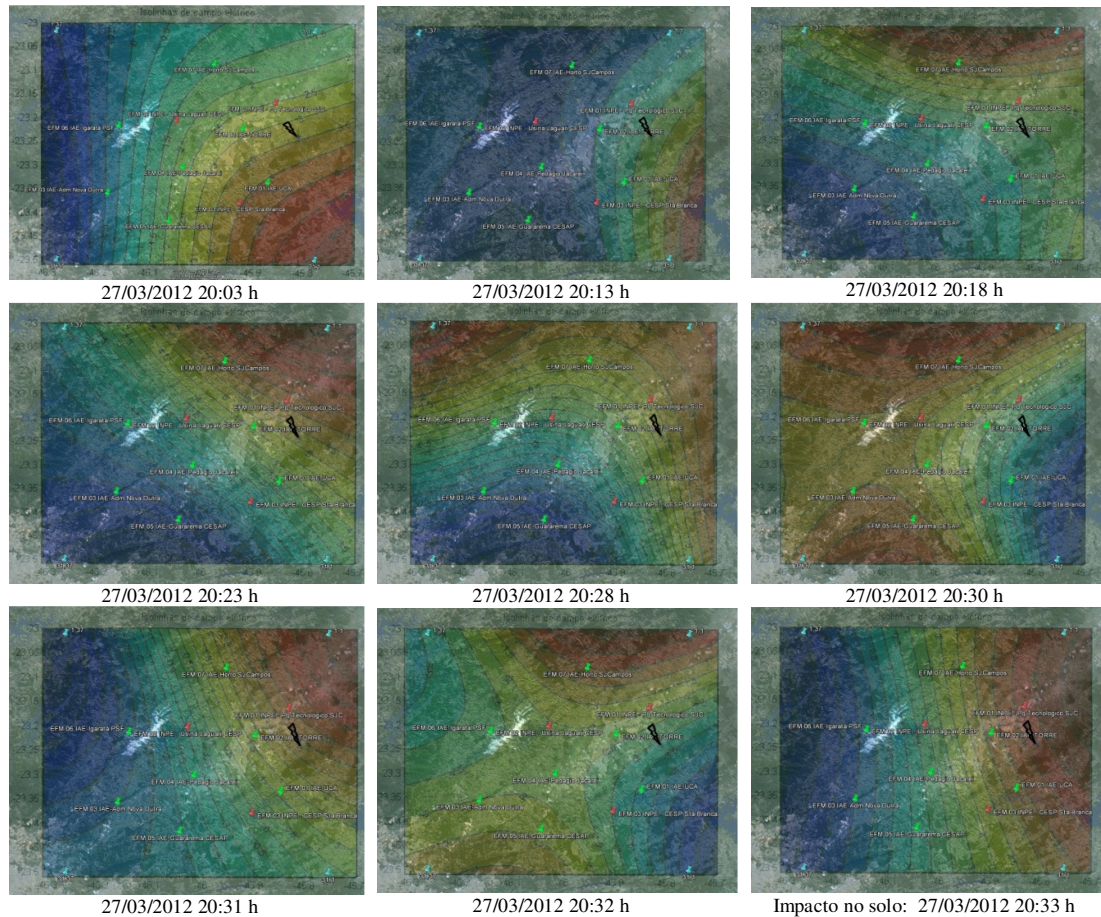


Figura 2: Comportamento do campo elétrico atmosférico para o caso do relâmpago ocorrido em 27/03/2012 às 20h33min.

Desta forma é possível analisar a evolução temporal do campo elétrico atmosférico na região próxima ao ponto de impacto do relâmpago. Um estudo sistemático de uma amostra estatisticamente significativa de casos como o mostrado acima pode apontar um padrão no comportamento do campo elétrico atmosférico momentos antes da ocorrência de um relâmpago. Da mesma forma, serão geradas isolinhas para os mesmos instantes posteriores à ocorrência do último relâmpago. Dessa análise, pretende-se inferir o intervalo de tempo mínimo a aguardar para o cancelamento do alarme depois da ocorrência do último relâmpago, permitindo o retorno seguro às atividades.

4 – CONCLUSÕES

Uma rede de monitoramento de campo elétrico atmosférico que será constituída de dez sensores está sendo implantada na região de São José dos Campos, no Vale do Paraíba. Espera-se que, da análise das informações obtidas a partir dessa rede, correlacionadas com os dados da Rede

Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas, possa ser identificado um padrão de comportamento do campo elétrico atmosférico e um intervalo médio de tempo que antecede a ocorrência do relâmpago, bem como o intervalo mínimo a aguardar para o retorno seguro às atividades. Essas informações poderão dar suporte a um processo de tomada de decisão para emitir um alerta de risco de relâmpago para a região estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANGUREN, D.; MONTANYA, J.; SOLA, G.; MARCH, V.; ROMERO, D.; TORRES, H., 2009. On the lightning hazard warning using electrostatic field: Analysis of summer thunderstorms in Spain.

Atmospheric Research, doi:10.1016/j.elstat.2009.01.023.

BEASLEY, W.H.; WILLIAMS, D.E.; HYLAND, P.T., 2008. Analysis of surface electric-field contours in relation to cloud-to-ground lightning flashes in air-mass thunderstorms at the Kennedy Space Center. 20th International Lightning Detection Conference (ILDC). *Proceedings*. Tucson.

FERRO, M. A. S.; SABA, M. M. F.; NACCARATO, K. P.; YAMASAKI, J.; PIMENTEL, D. R. M., 2011. Lightning risk warnings based on atmospheric electric field measurements in Brazil. *Journal of Aerospace Technology and Management*. Doi: 10.5028/jatm.2011.03032511.

HOLLE, R.L.; MURPHY, M.J.; LOPEZ, R.E., 2003. Distances and times between cloud-to-ground flashes in a storm. International Conference on Lightning and Static Electricity (ICLSE). *Proceedings*. Blackpool.

LENGYEL, M.M., 2004. **Lightning casualties and their proximity to surrounding cloud-to-ground lightning**. M.S. Thesis. University of Oklahoma.

MONTANYA, J.; ARANGUREN, D.; PINEDA, N.; SOLA, G.; ROMERO, D.; MARCH, V., 2008. Total lightning, electrostatic field and meteorological radar applied to lightning hazard warning. 20th International Lightning Detection Conference (ILDC), *Proceedings*. Tucson, CD-ROM.

MURPHY, M.J.; CUMMINS, K.L., 2000. Early detection and warning of cloud-to-ground lightning at a point of interest. 2nd Symposium on Environmental Applications. *Proceedings*. American Meteorological Society, Long Beach, 172-177.

MURPHY, M.J.; DEMETRIADES, N.W.S.; CUMMINS, K.L., 2002. Probabilistic early warning of cloud-to-ground lightning at an airport. 16th Conference on Probability and Statistics in the Atmospheric Sciences. *Proceedings*. American Meteorological Society, Orlando, p. 126-131.

MURPHY, M.J.; HOLLE, R.L., 2005. A warning method for the risk of cloud-to-ground lightning based on total lightning and radar information. International Conference on Lightning and Static Electricity (ICLSE). *Proceedings*. The Boeing Co., Seattle.

MURPHY, M.J.; HOLLE, R.L., 2006. Warnings of cloud-to-ground lightning hazard based on combinations of lightning detection and radar information. 19th International Lightning Detection Conference (ILDC). *Proceedings*. Tucson, CD-ROM.

MURPHY, M.J.; HOLLE, R.L.; DEMETRIADES, N.W.S., 2008. Cloud-to-ground lightning warnings using electric field mill and lightning observations. 20th International Lightning Detection Conference (ILDC). *Proceedings*. Tucson.