



INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

Título do Trabalho: Estudo da incidência de descargas atmosféricas na região de Governador Valadares.

Autor (es): David Augusto Lopes e Laysa Rachid Gomes

Palavras-chave: Descargas Atmosféricas; Densidade de Kernel; Rede de detecção de descargas atmosféricas.

Campus: Governador Valadares

Área do Conhecimento (CNPq): 1.00.00.00-3: Ciências Exatas e da Terra

RESUMO

O Brasil é um país com alto índice de incidência de raios. De acordo com o Grupo de Estudos em Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cerca de 50 milhões de raios caem no Brasil por ano. Número preocupante quando se fala nos efeitos nocivos deste fenômeno. No período de 2000 a 2014 foram registradas 1790 mortes por raios e cerca de 70% dos desligamentos da rede elétrica (linhas de transmissão) são devidos a descargas atmosféricas (ELAT, 2016). Conhecer e entender esse fenômeno pode auxiliar na utilização de medidas de proteção. O objetivo deste trabalho é realizar estudo da incidência de descargas atmosféricas na região de Governador Valadares e em Minas Gerais. Para isso, serão abordados os principais conceitos e fenômenos relacionados às descargas atmosféricas desde sua formação até seu descarregamento, baseado em estudos bibliográficos. Foram utilizados os dados de incidência de descargas atmosféricas da rede de detecção STARNET (*Sferics Timing and Ranging Network*) do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – IAG/USP. Pretende-se observar o comportamento sazonal da incidência de descargas atmosféricas correlacionando-o com variáveis climatológicas. Os dados da rede de detecção foram processados com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS através de mapas de densidade de Kernel. Os resultados poderão servir de base para divulgação de cartilhas e alertas para a população, identificando os principais locais de incidência ao longo dos anos e colaborando com medidas preventivas a serem tomadas.

INTRODUÇÃO:

William Wall, em 1708, foi o primeiro cientista a observar que a faísca que saía de um pedaço de âmbar eletrizado assemelhava-se à descarga de um relâmpago. Posteriormente, outras importantes descobertas sobre eletrização dos corpos sugeriram que relâmpagos deveriam ser manifestações elétricas na atmosfera. A comprovação veio tempos depois, com os estudos do cientista americano, Benjamim Franklin (1706-1790), que resultaram na descoberta da natureza elétrica da atmosfera através do seu



famoso experimento com uma pipa. . O grande interesse de se estudar os relâmpagos se deve ao seu grande poder de destruição (NACCARATO, 2005).

De acordo com o Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (ELAT,2016), o relâmpago é uma intensa corrente elétrica que ocorre na atmosférica com comprimento de 5 a 10Km e duração típica de meio segundo. O fenômeno é resultado do movimento rápido de elétrons através do canal de descarga que conecta a nuvem ao solo. A movimentação dos elétrons emite luz, que é o clarão que se vê quando ocorre uma descarga atmosférica. O movimento rápido de elétrons aquece o ar causando sua rápida expansão e posterior compressão. Esse processo gera um som chamado trovão. O raio (descarga elétrica atmosférica) é a conexão do relâmpago ao solo.

A nuvem associada aos raios e tempestades é a Cumulonimbus (Cb). São nuvens altas com desenvolvimento espalhado no topo, se assemelhando a uma "bigorna". O topo destas nuvens pode chegar a 20Km de altura. Dentro da cumulonimbus há um ambiente instável com variações de pressão e temperatura ao longo de seu comprimento. Neste ambiente, correntes de convecção ascendentes e descendentes são criadas. As correntes são responsáveis pela movimentação de gotículas de água e pequenos pedaços de gelo para o topo e para a base da nuvem. Essa movimentação causa colisão entre essas partículas e por atrito sua eletrização, que é uma das explicações aceitas para a eletrização da nuvem. (PINTO JR., 2000).

As descargas atmosféricas podem ser classificadas de acordo com suas características de ocorrência: Descargas intra-nuvem, ocorrem dentro da nuvem entre dois pontos de concentração de cargas. Descargas entre nuvens que ocorrem entre nuvens vizinhas. Descargas nuvem ionosfera, que são as que ocorrem da nuvem para a ionosfera. E, finalmente, as descargas nuvem-solo que ocorrem entre nuvem e solo e são as mais danosas e por isso maior foco de estudos. Os relâmpagos também podem ocorrer em tempestades de neve, tempestades de areia, durante erupções vulcânicas, ou mesmo em nuvens que não sejam de tempestade, embora nesses casos costumem ter extensões e intensidade bem menores, apesar de estarem comumente associados a tempestades com chuvas severas (PINTO JR., 2000).

O Brasil é um dos países com maior incidência de descargas atmosféricas no mundo. A sua posição geográfica e também sua grande extensão territorial colaboram para esse alto índice (PINTO JR., 2000). De acordo com o Grupo de Eletricidade Atmosférica do INPE, a cada 50 mortes por descargas atmosféricas no mundo, uma acontece no Brasil. Além de várias mortes por ano, queda de energia e incêndios florestais, os prejuízos financeiros são enormes. Os setores industrial, elétrico e de telecomunicações são os mais afetados. Desta maneira, o conhecimento do fenômeno descarga atmosférica é importante para se tomar medidas de prevenção e proteção à vida e aos sistemas afetados.

As redes de detecção de descargas são ferramentas importantes nesse processo. Grande parte dos projetos de proteção contra descargas atmosféricas são baseadas nos índices cerâmicos, obtidos manualmente pela contagem dos dias de tempestades ou trovoadas. Esse índice apresenta pouca precisão e subjetividade mas era a única estimativa sobre incidência de raios em algumas regiões (NACCARATO,2005). Já as redes de detecção de descargas atmosféricas utilizam sensores de campo elétrico e magnético para localizar o ponto de incidência da descarga. Esses sensores captam o sinal dos campos elétrico e magnético que irradiam a partir do canal de descarga. Por meio de processamento computacional, que variará de acordo com o método de medição utilizado, o ponto de incidência da descarga é calculado e georeferenciado. As redes de detecção acrescentam maior precisão sobre o comportamento elétrico da atmosfera em uma região (VISACRO, 2005).



Dados da rede de detecção de descargas ELAT, indicam que a região da cidade de Governador Valadares tem um índice de incidência de descargas atmosféricas de 7,69 descargas por km² por ano (ELAT, 2016). O que a deixa na posição 206 do ranking estadual de incidência.

METODOLOGIA:

Foi realizado levantamento bibliográfico sobre as descargas atmosféricas para melhor entendimento do fenômeno e também do sistema de detecção do qual serão utilizados os dados de incidência.

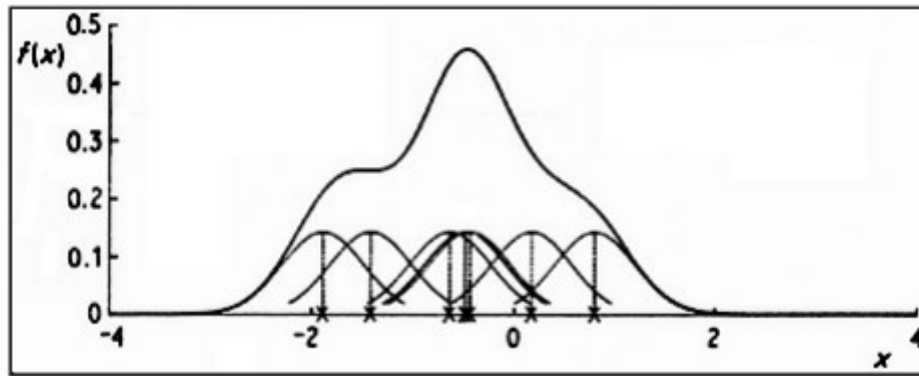
Os dados de incidência de descargas atmosféricas no estado de Minas Gerais e região de Governador Valadares foram cedidos pela rede de detecção de descargas STARNET. Essa rede funciona por meio de sensores de campo elétrico. Os sensores operam em baixa frequência (7 a 15kHz) e medem o ruído emitido pela descarga chamado *Sferics*. O *Sferics* se propaga por quilômetros. Ao ser detectado pelos sensores o sinal é transmitido para uma central de processamento. Na central de processamento os sinais de dois sensores são comparados e se for verificada correlação temporal, implicará que os sinais foram emitidos por uma mesma descarga atmosférica, o cálculo da posição de incidência será realizado. Para encontrar o ponto de incidência da descarga, o tempo de chegada do sinal é calculado para cada sensor, obtendo-se como resultado, geograficamente, uma hipérbole de possíveis pontos com o tempo de chegada calculado. O ponto de intersecção entre duas hipérbolas é o ponto de incidência da descarga. Esse ponto é georreferenciado com latitude e longitude. Os dados utilizados neste trabalho contém além da latitude e longitude, data, hora, minuto, segundos e milésimos de segundos da detecção da descarga, o que possibilita uma avaliação temporal da incidência de descargas atmosféricas.

O processamento desses dados foi realizado com a utilização do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS versão 10.4 de 2015 (ESRI, 2017). Esse sistema é usado para a criação de mapas, compilação de dados geográficos, análise de informações mapeadas e gestão de informações geográficas em banco de dados. O sistema possibilita a criação de mapas de densidade de Kernel que indicam os pontos de maior e menor incidência de descargas através de mapa de cores. A indicação de regiões com maior ou menor incidência é feito por meio do estimador de densidade de probabilidade de Kernel. Este estimador cria uma função densidade de probabilidade simétrica, usualmente uma distribuição normal, para cada região de raio h sobre cada ponto da amostra e as soma (SILVERMAN, 1986).

A figura 1 mostra um exemplo da soma das funções de probabilidade. Pode-se perceber que, na soma, as funções dos pontos próximos são “empilhadas” gerando um pico de densidade no estimador. O ArcGIS utiliza este estimador para gerar o mapa de calor indicando as áreas com maior e menor incidência de descargas atmosféricas de acordo com os picos de densidade.



Figura 1: Estimador de Kernel. Soma das funções individuais de distribuição



Fonte: SILVERMAN, 1986

Serão criados mapas para avaliar a sazonalidade da incidência de descargas atmosféricas na região de Governador Valadares e também em Minas Gerais entre 2012 e 2016. Esses dados servirão de base para investigações sobre o aumento ou diminuição do número de descargas por ano, correlações entre as variáveis climáticas da região, influência do relevo nos índices, relação entre incidência de raios e mortes e incidência de raios e desligamentos de energia elétrica.

RESULTADOS PRELIMINARES

O trabalho de pesquisa encontra-se em fase inicial com previsão de término em dezembro de 2017. Os resultados obtidos até o momento são relacionados à pesquisa bibliográfica sobre o assunto e também ao aprendizado da utilização da plataforma de processamento de dados geográficos ArcGIS.

Após essa fase inicial, pode-se perceber que o estudo de incidência de descargas atmosféricas em uma determinada região é de importância para tomadas de decisão sobre proteção contra descargas atmosféricas com as especificidades do fenômeno daquela área.

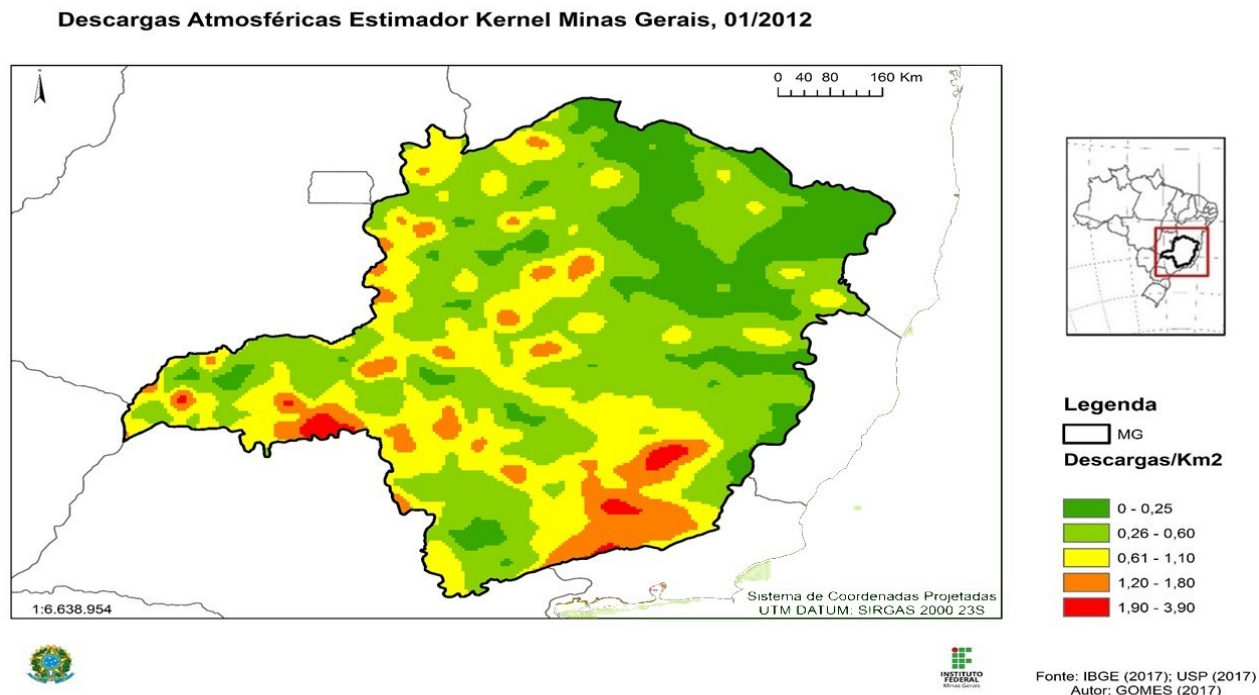
Espera-se que ao final do trabalho obtenha-se informações importantes sobre a distribuição e incidência das descargas atmosféricas na região de Governador Valadares que possam colaborar para o melhor conhecimento do fenômeno na região do Vale do Rio Doce.

As figuras 2 e 3 mostram exemplos do processamento de alguns dos dados da rede STARNET. Foram utilizados os dados de janeiro e fevereiro de 2012. Detalhes sobre a confecção dos mapas, assim como a metodologia de escolha de quantidade de classes e também da quebra de classes ainda estão sendo estudados para escolher a de melhor funcionalidade dentro da proposta do trabalho e estarão presentes dos próximos trabalhos produzidos. O mapeamento dos dados mostra que no mês de janeiro os picos de incidência de descargas foram mais distribuídos pelo estado. Em fevereiro, houve uma maior



incidência no Triângulo Mineiro e Noroeste de Minas Gerais. Na região de Governador Valadares o índice de incidência ficou entre 0,00 a 1,10 descargas por km² nesses dois meses de 2012. De maneira geral, no Estado de Minas Gerais, no mês de janeiro de 2012 a incidência de descargas atmosféricas foi maior se comparado com o mês de fevereiro.

Figura 2 – Densidade de descargas atmosféricas em Minas Gerais em janeiro de 2012.

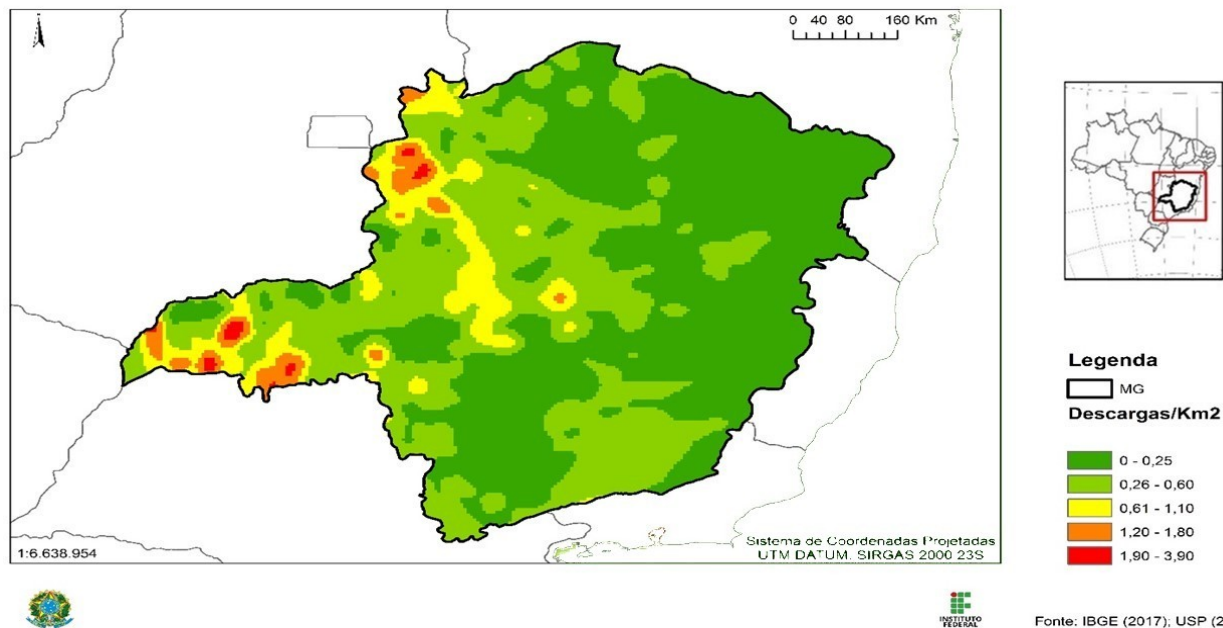


Fonte: autores

Figura 3 – Densidade de descargas atmosféricas em Minas Gerais em fevereiro de 2012.



Descargas Atmosféricas Estimador Kernel Minas Gerais, 02/2012



Fonte: autores

CONCLUSÕES:

O estudo sobre as descargas elétricas atmosféricas é essencial para o dimensionamento de ações e medidas de proteção, bem com, para geração de uma cultura de segurança relacionada a esses fenômenos atmosféricos.

Embora o trabalho ainda esteja em sua fase inicial, os resultados preliminares são importantes no contexto do conhecimento adquirido sobre o fenômeno, sobre a rede de detecção e também sobre o sistema de processamento dos dados geográficos.

As próximas etapas do trabalho consistirão no processamento de todos os dados de incidência de descargas que foram obtidos de 2012 a 2016. Será então avaliado o comportamento da distribuição de descargas nesses 4 anos, identificando as áreas de maior ocorrência do fenômeno e possíveis relações com variáveis climatológicas, de relevo, acidentes e desligamentos da rede elétrica. Além disso, os resultados do estudo poderão auxiliar na confecção de cartilhas para divulgação à sociedade dos principais locais de incidência e de ações a serem tomadas durante uma tempestade com raios.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao IFMG campus Governador Valadares pelo suporte financeiro e ao Professor Fábio Monteiro Cruz do IFMG/GV pela colaboração na criação dos mapas e na utilização da plataforma ArcGIS.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ELAT. **Grupo de Eletricidade Atmosférica** . Disponível em:<<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>>
Acesso em: 30 nov. 2016

ESRI. ArcGis Desktop. Disponível em <<http://desktop.arcgis.com/en/>>. Acesso em 15 maio 2017

NACCARATO, K. P. **Análise das características dos relâmpagos na região sudeste do Brasil**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Tese de Doutorado. 2005.

PINTO Jr., O; PINTO, I. R. C. A. **Tempestades e Relâmpagos no Brasil**. São José dos Campo, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,2000. 195 p.

SILVERMAN, B. W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. New York: Chapman and Hall, 1986

STARNET. **Sistema de Detecção de Descargas** . Disponível em:<<http://www.zeus.iag.usp.br/index.php>>
Acesso em: 30 nov. 2016

VISACRO, S. **Descargas Atmosféricas – Uma Abordagem de Engenharia**. São Paulo, SP: ArtLiber Editora, 2005. 268 p.