

INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

Título do Trabalho: Estudo da Incidência de Descargas Atmosféricas na Região de Governador Valadares

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

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

Campus: Governador Valadares

Área do Conhecimento (CNPq): Ciências exatas e da Terra

RESUMO

O Brasil é um país com alto índice de incidência de raios. O Grupo de Estudos em Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) afirma que cerca de 50 milhões de raios caem no Brasil por ano. Esse número é 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 no município de Governador Valadares nos anos de 2012 a 2015. Para isso, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre os principais conceitos e fenômenos relacionados às descargas atmosféricas desde sua formação até seu descarregamento. Além disso, 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 para o estudo da distribuição de descargas atmosférica no município. Esses dados foram processados com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS através de mapas de densidade de Kernel. Os mapas da distribuição das descargas no município indicaram as principais áreas afetadas ao longo do período de análise. Na busca de variáveis que poderiam ter influência na distribuição das descargas, os resultados foram correlacionados com dados de chuva acumulada e com o relevo do município. Este estudo poderá servir de base para divulgação de cartilhas e alertas para a população, com a identificação dos principais locais de incidência ao longo dos anos e colaborando com medidas preventivas a serem tomadas.

INTRODUÇÃO:

De acordo com o Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 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 Cumulonimbos (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 cumulonimbos 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).

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 (ELAT), 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, podendo chegar aos bilhões de dólares por ano. Sendo os setores industrial, elétrico e de telecomunicações 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:

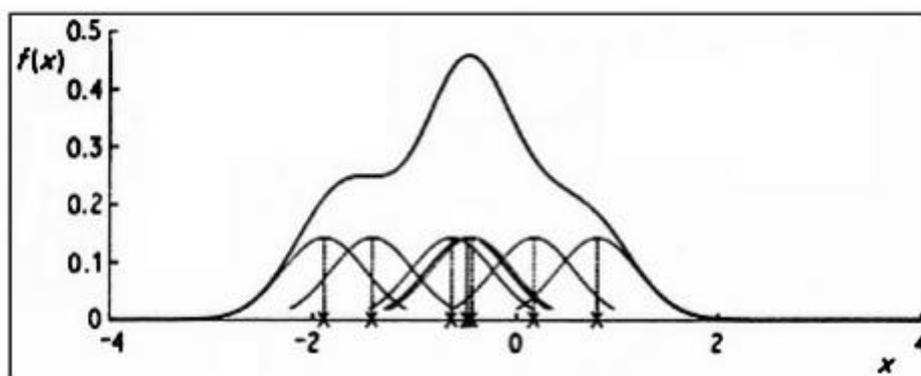
A rede de detecção de descargas atmosféricas do STARNET: Os sensores de campo elétrico da rede operam em baixa frequência (7 a 15kHz) e medem o ruído emitido pela descarga chamado Sferics, que se propaga por quilômetros. Ao ser detectado pelos sensores o sinal é transmitido para uma central de processamento. A central de processamento compara os dados de dois sensores e, se houver correlação temporal, trata-se da mesma descarga (STARNET,2016). Então o cálculo para a localização do raio será iniciado e, posteriormente, o ponto de incidência será georeferenciado com latitude e longitude (VISACRO, 2005).

O Sistema de Informação Geográfica ArcGIS versão 10.4 de 2015, que é um sistema usado para a criação de mapas, compilação de dados geográficos, análise de informações mapeadas e gestão de informações geográficas em banco de dados (ESRI,2017).

O estimador de densidade de probabilidade de Kernel aplicado no geoprocessamento por meio dos 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 somam (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

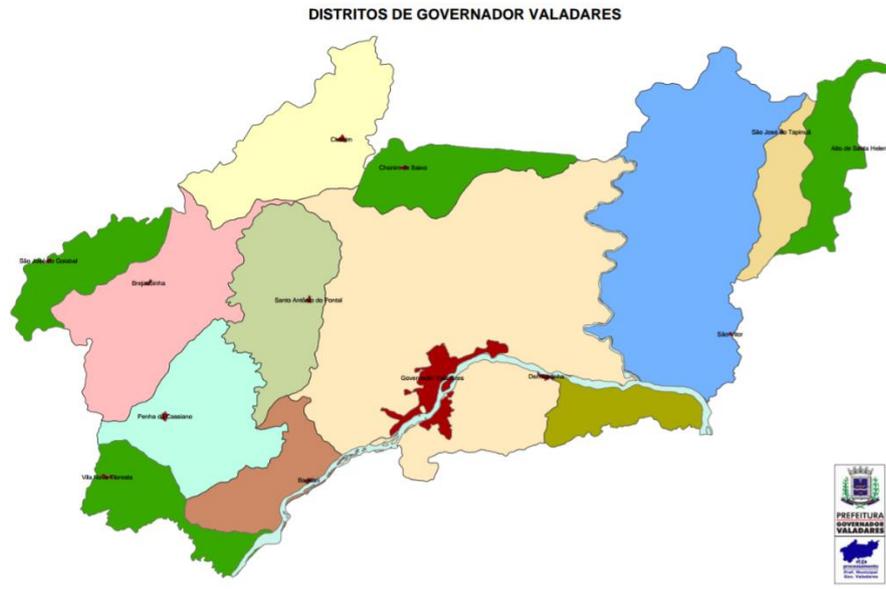
Foram feitos mapas de Kernel anuais que mostram as densidades de descargas atmosféricas por Km² para o município de Governador Valadares no ano de 2012, 2013, 2014 (exceto dezembro) e 2015. As restrições de dezembro de 2014 são em razão da não disponibilidade dos dados. Foram realizados o processamento e construção de mapas de Kernel anuais para o município. Os dados foram analisados e deram origem a várias planilhas no Excel para serem comparados posteriormente com os dados dos outros anos.

Com a finalização dos mapas de Kernel anuais para o município de Governador Valadares, foi possível identificar as principais áreas afetadas durante os anos analisados. Este resultado foi comparado com algumas variáveis climatológicas como a chuva acumulada e também com o relevo do município na tentativa de uma possível justificativa para atipicidade de raios em um determinado período e também como uma possível influência na distribuição dos raios.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os dados de detecção de descargas são disponibilizados georreferenciados. São pontos com latitude e longitude que indicam a posição na qual a descarga atmosférica foi detectada. Esses dados foram processados no ArcGis, utilizando o estimador de densidade de probabilidade de Kernel. Com isso, obteve-se a distribuição probabilística das densidades de descargas atmosféricas para os anos de 2014 e 2015 que são apresentadas no mapa de Kernel das figuras 3 e 4, respectivamente. Para melhor comparação e identificação dos distritos tem-se a figura 2, que apresenta o mapa do município de Governador Valadares.

Figura 2 - Distritos do município de Governador Valadares



Fonte: Prefeitura de Governador Valadares, 2015.

Figura 3 - Mapa da distribuição de densidade de descargas atmosféricas em Governador Valadares no ano de 2014 com exceção do mês de dezembro.

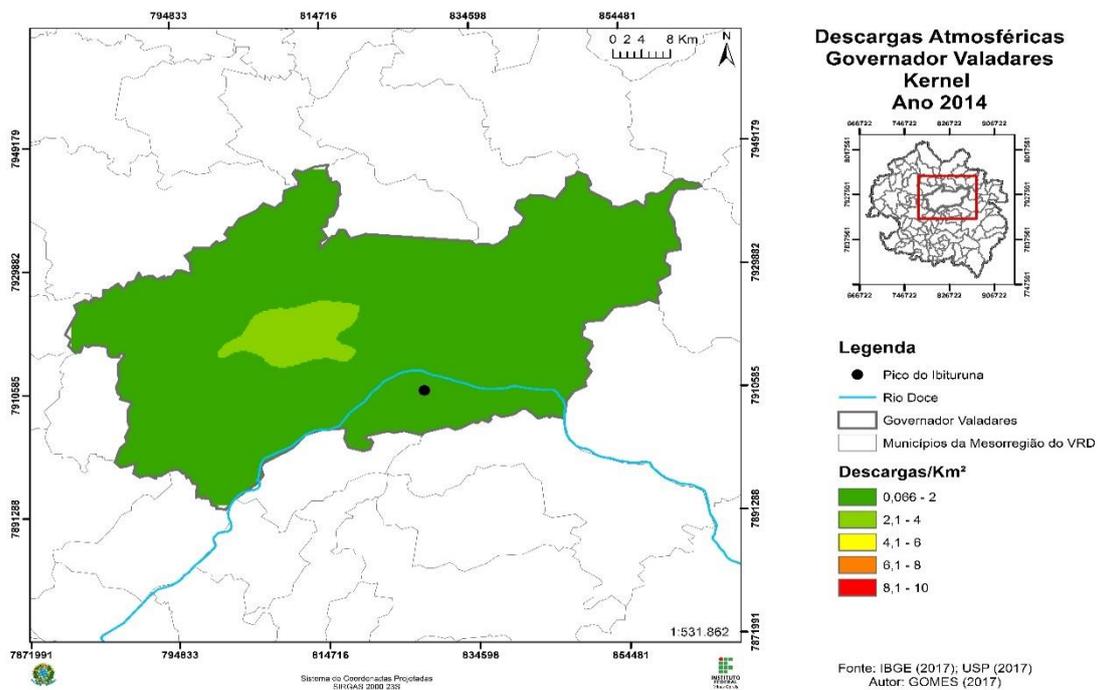
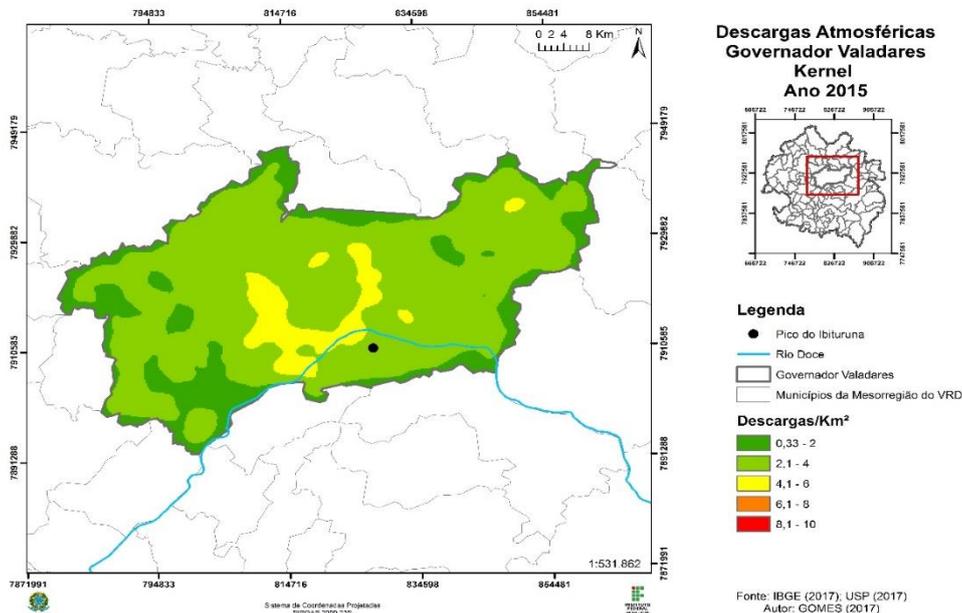


Figura 4 - Mapa da distribuição de densidade de descargas atmosféricas em Governador Valadares no ano de 2015.



O ano de 2014, comparado com 2012 e 2013. A maior densidade foi próxima ao distrito de Santo Antônio do Pontal, sendo entre 2,1 a 4 descargas/Km².

No ano de 2015, a maior densidade do período foi em Governador Valadares, com densidade entre 4,1 e 6 descargas/Km², como mostra a figura 4, semelhante ao ano de 2013. Essa densidade também se estendeu a pontos próximos do distrito de Santo Antônio do Pontal. Nesse período, os distritos de Brejaubinha e Vila Nova Floresta receberam densidades máximas entre 2,1 e 4 descargas/Km².

Um dos fatores que podem influenciar nessa distribuição de raios é o relevo da região do município. Em uma análise inicial, os pontos de maior altitude em uma região podem facilitar a conexão da descarga atmosférica com a Terra. A figura 5 apresenta o relevo nas regiões do município.

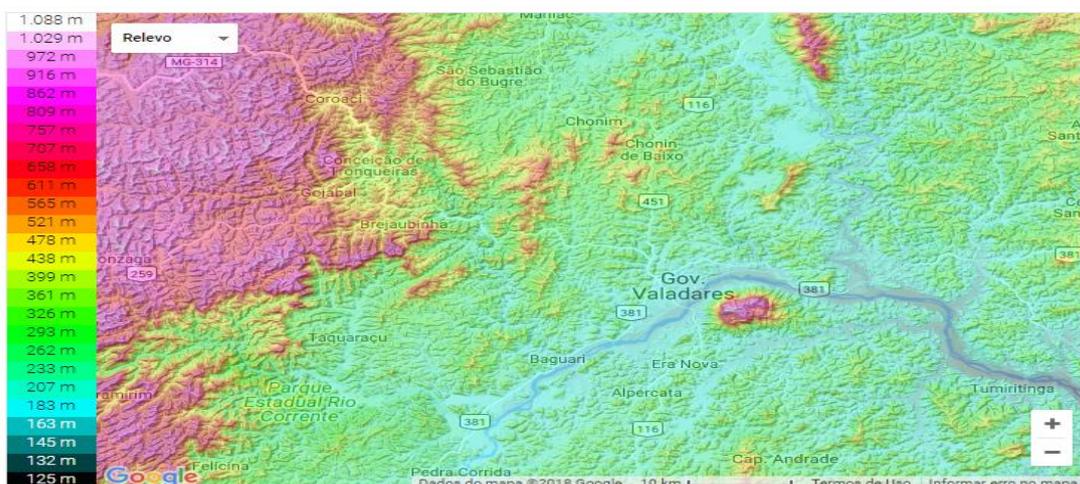


Figura 2 - Relevo das regiões do município de Governador Valadares

Fonte: TOPOGRAFIC, 2018

Na figura 5 pode-se notar que o pico do Ibituruna, na cidade de Governador Valadares, tem regiões com mais de 1029 metros de altitude. Outra região de destaque é o distrito de Brejaubinha e pontos do distrito de Vila Nova Floresta com altitudes de 972 metros e também algumas regiões do distrito de Santo Antônio do Pontal com altitude por volta dos 700 metros. Os outros distritos do município, no entanto, apresentam altitudes menores que essas.

Analisando a distribuição dos mapas das figuras 3 e 4, percebe-se que as regiões com maiores densidades de raios são as que possuem em seu território elevadas altitudes. Portanto, isso sugere que há uma relação da distribuição de descargas atmosférica com o relevo do município.

Os dados dos mapas das figuras 3 e 4 também podem ser comparados com as informações das tabelas 1 e 2 que trazem a quantidade de raios que foram detectados no município de Governador Valadares, isto é, Governador Valadares com todos os seus distritos, em cada mês de todos os anos estudados.

Tabela 1 - Quantidade de raios que atingiram o município de Governador Valadares em 2014 e as densidades.

Governador Valadares 2014													TOTAL
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Qtd de descargas	73	85	159	125	931	8	4	5	17	97	631		2135
Densidade	0,03	0,04	0,07	0,05	0,40	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,27	0,00	0,91

Tabela 2 - Quantidade de raios que atingiram o município de Governador Valadares em 2015 e as densidades.

Governador Valadares 2015													TOTAL
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Qtd de descargas	39	343	967	637	7	0	6	0	18	20	2080	2436	6553
Densidade	0,02	0,15	0,41	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,89	1,04	2,80

As tabelas mostram uma distribuição uniforme de densidade por considerar todos os raios incidentes no município e sua área total. Mas os valores anuais da tabela, isto é, os totais, confirmam os dados dos mapas de Kernel. Com dados apenas de 4 anos não foi possível distinguir uma tendência ou periodicidade de nos dados.

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.

O mapeamento da incidência de descargas na região de Governador Valadares indicou áreas com maior incidência de descargas nos anos estudados, que são os distritos de Brejaubinha, Santo Antônio do Pontal e Vila Nova Floresta, além da cidade de Governador Valadares.

Embora se tenha o mapeamento de dados em um curto período de tempo, pode-se constatar que há influência do relevo pois as áreas de maior incidência coincidem com áreas com relevo com elevações.

Sendo a maior delas o Pico da Ibituruna. De outro lado, pode-se também observar que a índice de chuva acumulado não tem relação direta com o índice de incidência de descargas.

Apesar do ano de 2013 ter tido valores atípicos, foi o ano em que a densidade total de 4,32 descargas/km²/ano, apresentada na tabela, mais se aproximou da densidade fornecida pelo ELAT para o município, que é de 4,6 descargas/km²/ano.

TRABALHOS FUTUROS E CONTINUIDADE

O presente trabalho foi fomentado por recursos próprios do campus Governador Valadares e prorrogado por mais 1 ano, tendo término em dezembro de 2018.

Para o segundo ano do projeto foi destinada verba para aquisição de equipamentos de pesquisa, dentre eles um sensor de detecção de descargas (Boltek LD-350). Esse sensor detecta descargas a mais de 300km de distância. Os dados desse sensor serão utilizados para gerar banco de dados próprio de incidência de descargas.

A continuidade do projeto prevê trabalhos de implementação do sensor e comparação das medições realizados com os dados das redes nacionais de detecção. Além disso o sensor indica características das descargas como a corrente de pico, dado relevante em estudos desse tema.

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
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=312770>>. Acesso em 5 março 2017
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/boletimAgroclimatologico>>. Acesso em 05 set. 2017
- TOPOGRAFIC. Disponível em: <<http://pt-br.topographic-map.com/places/Governador-Valadares-5441506/>>.
Acesso em 07 fev. 2018
- 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.

Participação em Congressos, publicações e/ou pedidos de proteção intelectual:

Trabalho apresentado com dados iniciais no VI SIC IFMG que ocorreu em Betim no ano de 2017.