

Estudo dos raios ascendentes através de câmeras de vídeo e campo elétrico

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)

Gleudson Sávio de Carvalho Benedito, UNIFEI, Bolsista PIBIC/CNPq/INPE

gle_carvalho@yahoo.com.br

Marcelo Magalhães Fares Saba, DGE/INPE, Orientador

Marcelo.saba@inpe.br

Julho de 2014



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Gleudson Sávio de Carvalho Benedito

Relatório Final de Atividades de Iniciação Científica CNPq, orientado pelo Dr. Marcelo Magalhães Fares Saba, aprovada em 15 de julho de 2014.

INPE
São José dos Campos
2014

RESUMO

Na iniciação científica pelo PIBIC, que está sendo desenvolvido no DGE/INPE entre os anos de 2013 e o ano vigente, destacam-se entre as tarefas efetuadas, as coletas de dados de tempestades registrados por radares meteorológicos e imagens de satélite, e a análise de vídeos gravados a partir de câmeras de alta resolução, onde é possível identificar as características de um relâmpago. Através desses vídeos é possível observar de forma mais detalhada os raios ascendentes, que são um tipo do fenômeno atmosférico o qual o grupo de pesquisa, em que é realizado a IC, tem pesquisado.

ABSTRACT

The PIBIC scientific initiation that is being developed at DGE/INPE between 2013 and the current year; are among the tasks performed, gather information of storms recorded by meteorological radars and images satellite and also the analyses of videos of storms recorded with the high resolution cameras that it's possible to note the characteristics of a lightning. Through these videos is possible to observe more detail the upward lightning, which are a type of atmospheric phenomena researched by research group which is performed the scientific initiation.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 2.1 - Alguns tipos de relâmpagos	4
Figura 2.2 - Raio ascendente registrado no Pico do Jaraguá	5
Figura 3.2 - Imagem de Radar Meteorológico e Imagem de Satélite Meteorológico.....	9
Figura 3.3 - Triplo raio ascendente partindo de torres de transmissão na região da Avenida Paulista.....	9
Figura 3.4 - Torres e antenas localizados na região da Avenida Paulista.	10

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 3.2 - Quantidade de relâmpagos e tempestades registradas	8
Tabela 3.3 - Altura das torres situadas na região da Avenida Paulista	11

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
DGE	Serviço de Informação e Documentação
IC	Teses e Dissertações Internas
ELAT	Eletricidade Atmosférica
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1. Relâmpagos	3
2.2. Relâmpagos Ascendentes	4
3. ATIVIDADES REALIZADAS	7
3.1. Descrição	7
3.2. Resultados Obtidos	8
4 CONCLUSÃO	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

1 INTRODUÇÃO

Um tipo de raio que, em vez de descer das nuvens e atingir o solo – como ocorre com a maioria das descargas atmosféricas – e parte de algo na superfície se propagando em direção à nuvem começou a chamar a atenção nos últimos anos em países como os Estados Unidos e o Japão, em função dos prejuízos que podem causar para o funcionamento de estruturas altas como geradores de energia eólica (e.g. Montanyá, 2012). Conhecidas como raios ascendentes, essas descargas atmosféricas são originadas por estruturas elevadas, como torres de telecomunicação ou para-raios de edifícios altos.

Em função de suas altitudes, essas estruturas podem concentrar em seus topos uma grande quantidade de carga elétrica induzida e de sinal oposto à carga da base de uma nuvem de tempestade que passa sobre ela. Com isso, durante uma tempestade, inicia-se uma descarga na estrutura que se propaga em direção à nuvem.

Pesquisadores do Grupo de Eletricidade Atmosférica (Elat) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) registraram pela primeira vez a ocorrência desse tipo de raio no Brasil. Utilizando câmeras normais e de alta velocidade, eles observaram e gravaram a partir do fim de janeiro de 2012 a ocorrência de raios ascendentes no Pico do Jaraguá, em São Paulo, localizado a 1.135 metros acima do nível do mar.

Nessa pesquisa, serão efetuadas as coletas de dados de tempestades registrados por radares meteorológicos, imagens de satélite e a análise de vídeos gravados a partir de câmeras de alta resolução, onde é possível identificar as características de um relâmpago, observando de forma mais detalhada esses raios ascendentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. RELÂMPAGOS

Os relâmpagos são fenômenos atmosféricos de descargas elétricas que ocorrem devido ao acúmulo de cargas elétricas no interior de nuvens. Essas nuvens podem ser provenientes de: tempestades, erupções vulcânicas, tempestades de areia e de neve e também de outros tipos de nuvens.

Os estudos realizados na pesquisa se dão a partir de relâmpagos provenientes de nuvens de tempestades, onde o processo de eletrização mais aceita que acarreta os acúmulos de cargas elétricas, é a teoria do processo colisional(Pinto Jr. & Pinto; 2000).

Devido ao acúmulo de cargas elétricas, há conseqüentemente a presença de um campo elétrico. Quando esse campo elétrico atinge uma alta intensidade, pode ocorrer uma quebra da rigidez dielétrica do ar ocasionando uma ionização desse dielétrico, dando início assim a descarga elétrica.

Há diferentes tipos de descargas elétricas, mas a que observamos com maior frequência são aquelas que não tocam o solo, chamadas de *relâmpagos intranuvens*, sendo correspondente a cerca de 80% a 90% (PINTO E PINTO JR., 2000. Existem também as descargas elétricas que tocam o solo, tais como os *raios descendentes*, que são os raios que percorrem um caminho no sentido nuvem-solo e os *raios ascendentes*, quando percorrem um caminho solo-nuvem, sendo este último o tipo de descarga que vem sendo estudado pelo grupo. Na figura 2.1 exemplifica esses tipos de relâmpagos.



Figura 2.1 - Alguns tipos de relâmpagos: (a) Intra-nuvem (b) nuvem-solo (c) solo-nuvem

Fonte: (a) Robson (2009); (b) Warner (2008); (c) Saba (2012)

2.2. RELÂMPAGOS ASCENDENTES

Desde as primeiras observações de raios ascendentes em 1939, já é notado que esses raios são provenientes de altas estruturas como torres de telecomunicação, de transmissão de energia, torres de geração de energia eólica, entre outras (Saba et al, 2012). Isso se tem pelo fato de que quando esse tipo de estrutura se encontra em meio a uma tempestade, a alta intensidade do campo elétrico em seu topo pode fazer com que haja uma quebra da rigidez dielétrica do meio, como foi dito acima, e iniciar um líder ascendente que se propaga em direção à base da nuvem.

No Brasil o fenômeno não se deu de maneira diferente. Em janeiro de 2012 as primeiras observações registradas desse tipo de relâmpago foram a partir de torres de transmissão localizada no Pico do Jaraguá na cidade de São Paulo, desde então os raios ascendentes vêm sendo estudado no país.

A figura 2.2 mostra dois raios ascendentes registrados no Pico do Jaraguá no dia 16/01/2014.



Figura 2.2 - Raio ascendente registrado no Pico do Jaraguá - SP

3 ATIVIDADES REALIZADAS

3.1. DESCRIÇÃO

Para realização da pesquisa a equipe está seguindo um cronograma que teve início em 2012 e com término em 2014. No cronograma é previsto três campanhas onde serão coletados os vídeos de tempestades dos pontos citados no item acima.

Durante a iniciação científica PIBIC, duas das três campanhas foram realizadas; com isso foi necessário colher alguns dados para compor a pesquisa, sendo estes as imagens de satélite e de radar que contivesse o momento dos relâmpagos nas tempestades visto nas gravações dos vídeos das câmeras de alta resolução e as alturas das torres de transmissão localizada na Avenida Paulista em São Paulo.

As imagens de satélite são cedidas pelo site do CPTEC/INPE e as imagens de radar são cedidas pelo site da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. Em ambos os sites eram adquiridas imagens com pelo menos doze horas precedente e doze horas posterior ao horário do raio. Tendo as imagens, construiu-se um vídeo em que transcorre uma apresentação das imagens satélite e outros vídeos contendo imagens de radar. Também foi coletado as imagens de radiossondagem, cedida também pelo site do CPTEC/INPE, referente aos horários dos raios.

A medida que se tinham os horários dos raios ascendentes, foi sendo realizada a coleta das imagens de satélite, radiossondagem, radar e carta sinótica.

No decorrer da iniciação PIBIC, também foi analisado cada vídeo de gravação das tempestades utilizando um programa da própria câmera de alta resolução. Os vídeos filmados foram visualizados e a análise foi sendo feita manualmente de acordo com as características que cada relâmpago apresentava. Posteriormente, os resultados foram sendo registrados em uma planilha contendo algumas informações, como: nome do vídeo; a marca da câmera;

data; horário; frame da imagem; visibilidade; o tipo do raio; duração do raio; números de contatos com o solo e qualidade do vídeo.

Paralelamente a essas atividades, como o foco da pesquisa são os raios ascendentes e sabendo que os mesmos partem de estruturas altas, foi feita uma pesquisa por informações de alturas das torres de São Paulo, focando nas antenas na Avenida Paulista (SP) por estarmos filmando relâmpagos nessa região.

3.2. RESULTADOS OBTIDOS

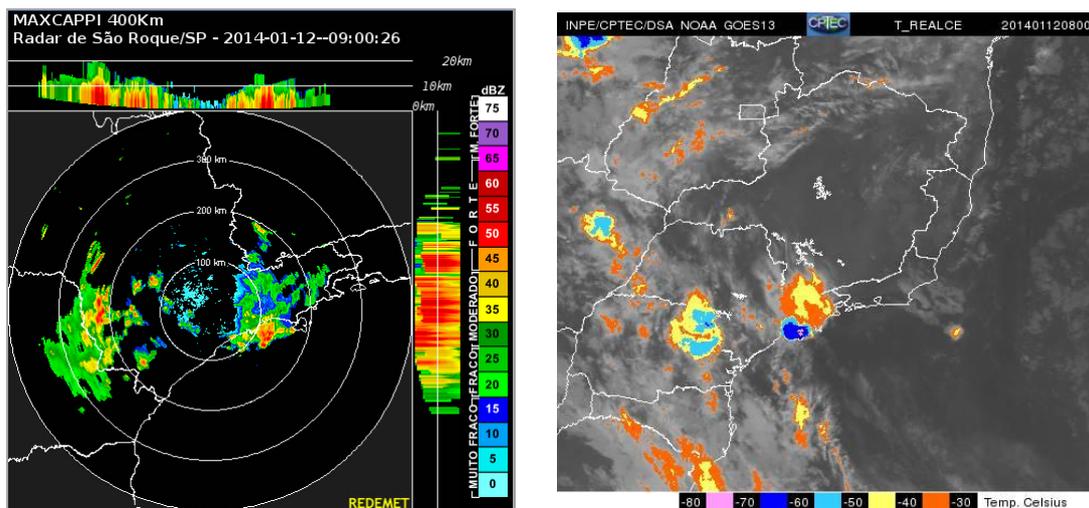
Como pode-se ver na tabela 3.2, durante a pesquisa foram registrados 133 relâmpagos, entre eles 26 raios ascendentes..

Tipo de Relâmpago	Quantidade de raios	Quantidade de tempestades
Ascendente	26	7
Nuvem-Solo e Intra-nuvem	107	17
Total	133	24

Tabela 3.2 - Quantidade de relâmpagos e tempestades registradas

Ainda na tabela, podemos observar que todos esses relâmpagos obtidos foram registrados em 24 tempestades. A partir do horário dessas tempestades, foram coletadas as imagens de radar, satélite, radiossondagem e carta sinótica referente a cada uma dessas tempestades.

Na figura 3.2 exemplifica as imagens de radar e satélite coletados para compor a pesquisa.



. Figura 3.2 - Imagem de Radar Meteorológico (à esquerda) e Imagem de Satélite Meteorológico (à direita)

Fonte: REDEMET e CPTEC/INPE

As imagens também auxiliaram na identificação das características das nuvens, como por exemplo o tamanho, altura e temperatura que estava no momento do raio.

Durante a coleta de dados, registrou-se um triplo ascendente na Avenida Paulista, ou seja, um raio ascendente que partiu de 3 torres ao mesmo tempo, como mostra a figura 3.3.



Figura 3.3 - triplo raio ascendente partindo de torres de transmissão localizada na região da Avenida Paulista

Diante disso surgiu também o interesse em saber a altura de todas as torres e antenas situadas na região da Avenida Paulista. A figura 3.4 mostra as localizações dessas antenas (em vermelho).

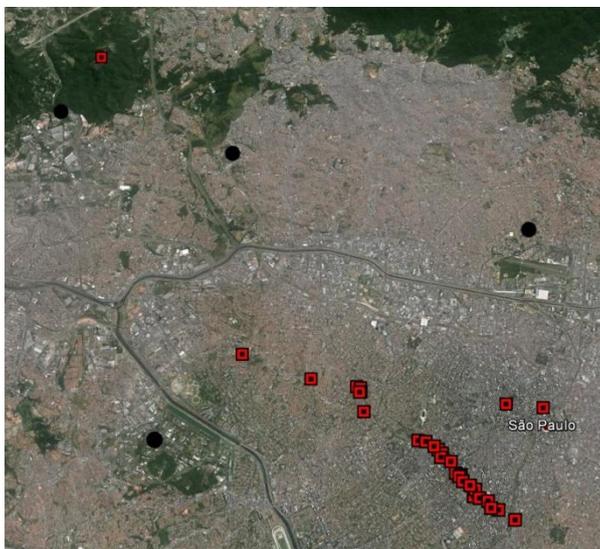


Figura 3.4 - Torres e antenas localizados na região da Avenida Paulista
Fonte: Paiva (2014)

Para a coleta dos dados das alturas das torres levou-se em consideração a altura do prédio e da rua em que elas se localizavam, de modo a obter a altura total em relação a nível do mar. Podemos ver o resultado final na tabela 3.3.

Torres	Altura total
UNIP	1023
O. Cruz	960
Torre Itaú Cultural	918
Ed. Maria José	931
Ed. Patrimônio Paulista	948
Globo SP	1057
Ed. Theobaldo Nigris	987
Gazeta	1007
Ed. Asahi	980
Ed. Grande Avenida	951
Barão de Itatiaya	987
Central Park	990
Renascer	983
Band	1043
TV Cultura	977
MTV	979
SBT	995
Transamérica	990

Tabela 3.3 - Altura das torres situadas na região da Avenida Paulista

Na Tabela temos informações de 18 torres de um total de aproximadamente 25 em torno da região pesquisada, pois algumas torres encontravam-se desativadas, o que dificultou o acesso as suas informações. A média das alturas das torres encontradas foi de aproximadamente 983,7 metros em relação ao nível do mar.

4 CONCLUSÃO

Na Iniciação Científica realizada entre os anos de 2013 e 2014 na DGE/INPE, foram agregados conhecimentos que complementarão a formação em nível de graduação, incentivando o envolvimento em pesquisas que buscam entender as ciências naturais. Com este trabalho adquiriu-se conhecimentos que conceituam e descrevem os fenômenos atmosféricos, mais precisamente na área de relâmpagos. Conhecimentos que através de referências de pesquisadores da área conseguiu-se assimilar como e porque há formações de descargas elétricas. Em meio a informações sobre esse fenômeno há pesquisas sobre os tipos de relâmpagos, entre elas, os denominados raios ascendentes. Visto que as primeiras observações de raios ascendentes têm sido notificadas desde 1939 e sabido que tais ocorrências são provenientes de altas estruturas, no Brasil foi observado a partir de 2012 e desde então estudos foram feitos para entender esse tipo de fenômeno. Para a realização da coleta de dados a compor a pesquisa, foi requisitado através de órgãos de fomento a pesquisa câmeras de alta resolução que serviram para filmar esses relâmpagos a partir de ponto móveis e fixos. No período que correspondeu à pesquisa, foi realizado uma campanha de aquisição de dados (correspondente de outubro de 2013 à abril de 2014) realizada em São Paulo (Pico do Jaraguá e Avenida Paulista). Dentre as tarefas efetuadas na Iniciação Científica, foram feitas coletas de dados de tempestades registrados por radares meteorológicos, imagens de satélite e análise de vídeos gravados a partir dessas câmeras de alta resolução. Nesses vídeos foi possível identificar as características de um relâmpago, entre eles os raios ascendentes. Com os resultados obtidos dessas análises preliminares, compreenderam-se as características dos raios ascendentes e principais diferenças com os relâmpagos descendentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.
<http://www.cptec.inpe.br/>. Último acesso em 15 de julho de 2014.

PAIVA, A.R. Detection Of Upward Lightning From Towers In São Paulo, Brazil By Lightning Location Systems. 6th International Conference on Lightning Physics and Effects Manaus, Brazil, 2014.

PINTO JÚNIOR, O.; PINTO, I. R. C. A. Tempestades e Relâmpagos no Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 196p., São Paulo, 2000.

REDEMET - Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica.
<http://www.redemet.aer.mil.br/#>. Último acesso em 15 de julho de 2014.

Saba M. M. F., Alves J., Schumann C. , Campos D. R., e Warner T.A. “Upward Lightning in Brazil” paper presented at the 22nd International Lightning Detection Conference, Apr 2 – 5, Boulder, Colorado, USA, 2012.

Schumann C.; Caracterização dos raios positivos através de câmeras de alta velocidade e sensores de campo elétrico. Dissertação de mestrado, 2012.

Warner, T. A.; SABA, M. M. F.; RUDGE, S.; BUNKERS, M.; LYONS W. A.; ORVILLE, R. E. . Triggered Upward Lightning from Towers in Rapid City, South Dakota. In: 22nd International Lightning Detection Conference, 2012, Broomfield, CO. 22nd International Lightning Detection Conference, 2012.

Warner, T. A.; SABA, M. M. F.; ORVILLE, R. E. . Characteristics of Upward Leaders from tall Towers. In: 22nd International Lightning Detection Conference, 2012, Broomfield, CO. 22nd International Lightning Detection Conference, 2012.

Williams, E. R. The electrification of thunderstorms. Scientific American, v. 259, n.5, p. 48-65, 1988.