

# **RAIOS ASCENDENTES E SUA DETECÇÃO POR SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO DE DESCARGAS**

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

(PIBIC/CNPq/INPE)

Halph Macedo Fraulob (Universidade de São Paulo, Bolsista PIBIC/CNPq)

Email: [halph.fraulob@usp.br](mailto:halph.fraulob@usp.br)

Marcelo Magalhães Fares Saba (ELAT/INPE, Orientador)

Email: [marcelo.saba@inpe.br](mailto:marcelo.saba@inpe.br)

COLABORADORES

Carina Schumann  
Benny Lie

Julho 2013



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**CONFECCIONADA PELO SPG E INCLUÍDA PELO SID.**



## **RESUMO**

Projeto de iniciação científica pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais que visa monitorar raios ascendentes na cidade de São Paulo, SP. Utilizou-se três sensores capacitivos com um sistema de filtragem e amostragem capaz de medir valores de campo elétrico gerado por descargas atmosféricas além de captação do evento em vídeo para posterior estudo do fenômeno físico do raio.



## **ABSTRACT**

Undergraduate research project by Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais that aims to monitor upward lightning in the city of São Paulo, SP. We used three capacitive sensors with a filter system capable of measuring and sampling values of the electric field generated by lightning in addition to capture the event on video for further study of the physical phenomena of lightning.





## LISTA DE FIGURAS

	<b><u>Pág.</u></b>
Figura 1 – Esquema de montagem para medidas de campo elétrica de altas frequências.....	2
Figura 2– Esquema de montagem para medidas de campo elétrica de baixas frequências.....	3
Figura 3 – Localização da Avenida Paulista pela posição da câmera.....	4
Figura 4 – Imagem da câmera salientadas as torres da Avenida Paulista.....	5
Figura 5 – Raio ascendente ocorrido na Avenida Paulista em 9 de Março de 2013.....	6
Figura 6 – Curva de campo elétrico gerado pela descarga da Figura 5.....	7



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ALDIS	<i>Austrian Lightning Detection and Information System</i> ( <a href="http://www.aldis.at">www.aldis.at</a> )
DVR	<i>Digital Video Recorder</i>
ELAT	Grupo de Eletricidade Atmosférica, INPE
IAG-USP	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NI	National Instruments ( <a href="http://www.ni.com">www.ni.com</a> )



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 METODOLOGIA.....	2
3 RESULTADOS.....	6
4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES.....	8



## 1 INTRODUÇÃO

Pela localização geográfica brasileira, o país possui a maior parte de seu território situado em zona de clima tropical, portanto, propenso a um regime pluviométrico intenso. Em razão disso, o Brasil possui um dos maiores índices de incidência de raios do mundo, com frequência de ocorrências estimadas em cerca de 50 a 70 milhões de descargas anuais, de acordo com análise comparativa de dados de satélites e de superfície.

Dentre os fatores que desencadeiam os raios está a geografia do ambiente, que ao facilitar a condução da descarga elétrica aumenta, por conseguinte, sua frequência de ocorrência. Portanto, edificações e estruturas condutoras, como antenas, são capazes de facilitar a condução elétrica entre nuvem e solo.

O foco deste trabalho está no monitoramento de descargas elétricas iniciadas de uma estrutura ligada ao solo para nuvem, fenômeno mais comum em altas estruturas, ou seja, correspondente a um alto grau de verticalização de estruturas urbanas. Logo, a cidade de São Paulo despenda como sítio mais propenso à ocorrência de raios ascendentes no país.

Observou-se neste trabalho de iniciação científica esse tipo de descargas específicas na região da Avenida Paulista do município de São Paulo, por ser uma das regiões mais altas da cidade e conter vinte e uma torres de transmissão de rádio ou televisão.

Como o objetivo de enriquecer a pesquisa, a detecção dos eventos dos raios ascendentes consiste em medidas de variação de campo elétrico além de gravação em vídeo da descarga.

## 2 METODOLOGIA

O esquema de detecção do campo elétrico gerado pela descarga atmosférica consiste em três sensores capacitivos e um sistema de aquisição da ALDIS.

O arranjo da Figura 1 demonstra a montagem para aquisição de campo elétrico de variação rápida, filtragem esta proporcionada principalmente pelo Integrador analógico indicado na figura abaixo.

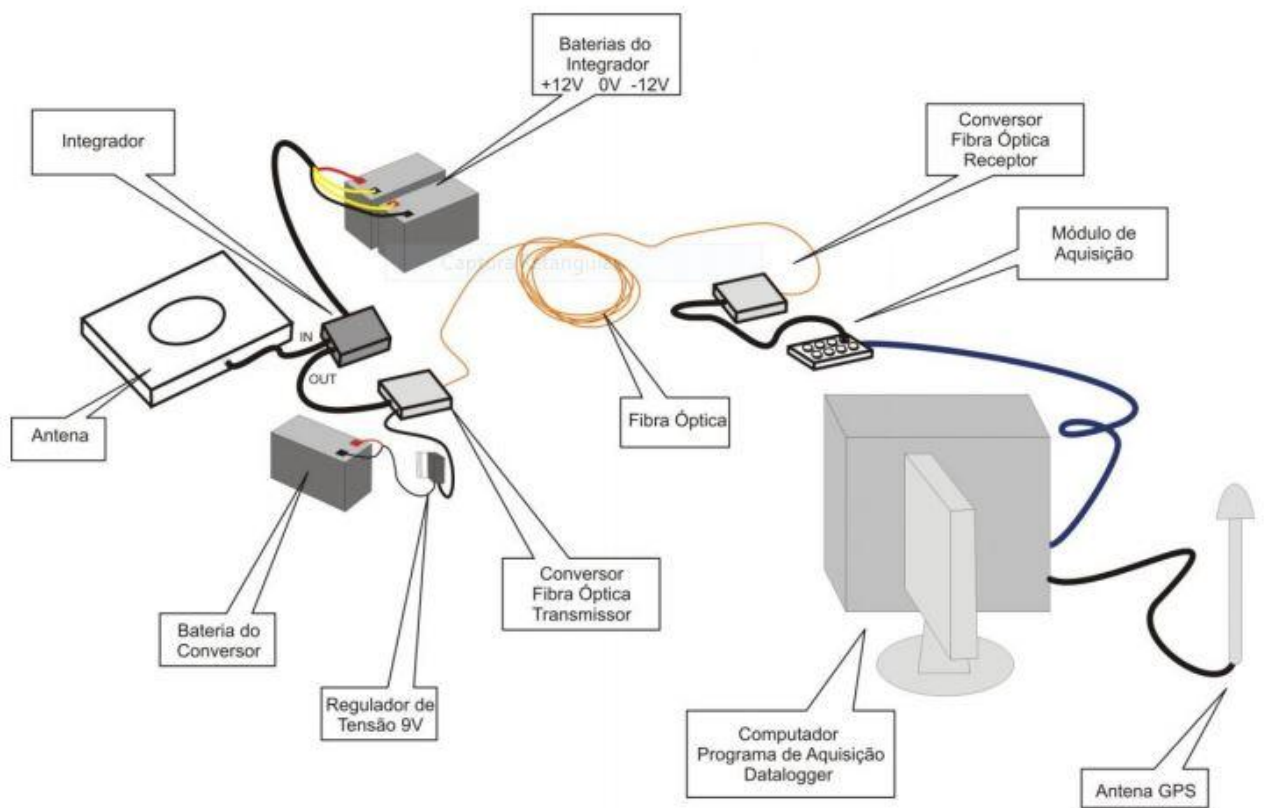


Figura 1 – Esquema de montagem para medidas de campo elétrica de altas frequências.

No computador foi usado a placa de aquisição de dados NI PCI-6110, capaz de amostrar até quatro canais de dados a uma taxa de 5 milhões de amostras por segundo, ou seja, este sistema capta frequências de até 2,5MHz.



Esta estratégia da Figura 1 foi implementada para duas antenas, com ampliações de 43,4 e 4,34.

A Figura 2 indica o sistema adotado para captação de frequências baixas para as variações do campo gerados pelos raios.

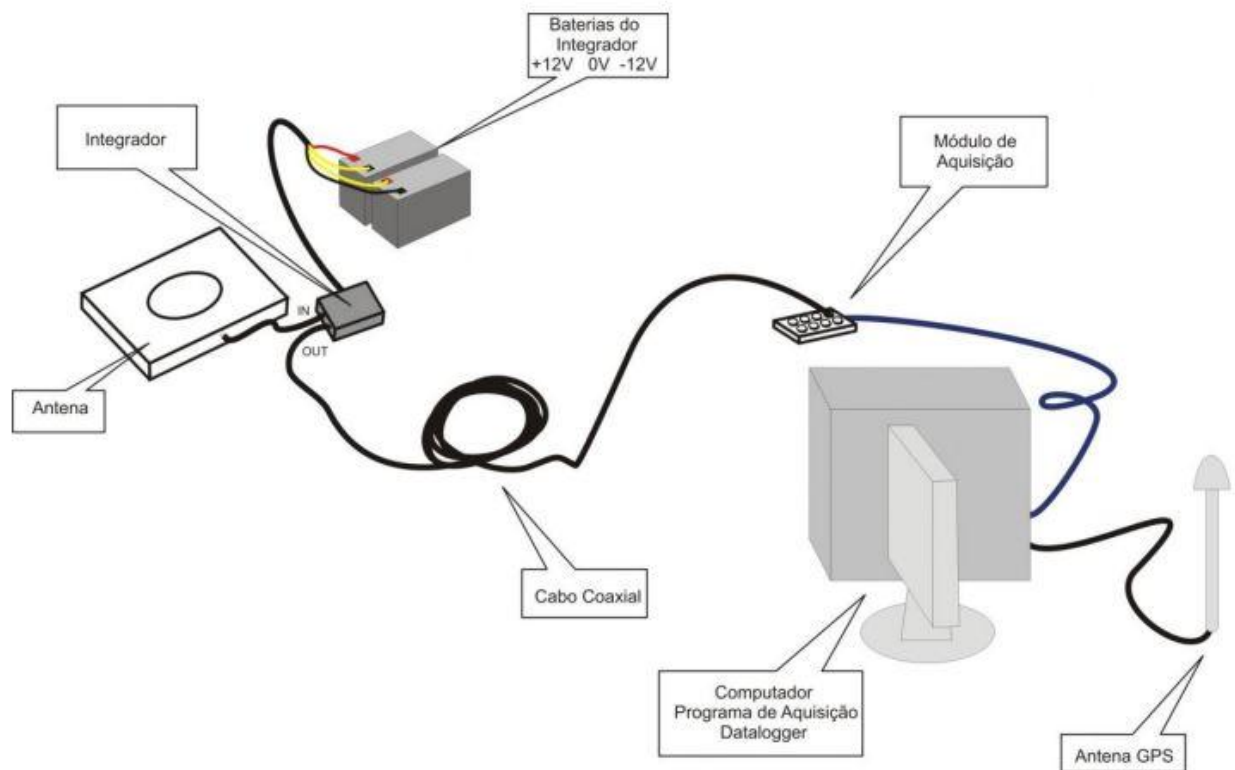


Figura 2– Esquema de montagem para medidas de campo elétrica de baixas frequências.

Mais uma vez o Integrador é o principal responsável pela seleção das frequências a serem amostradas. Este esquema foi implementado em Maio de 2013.

Para a gravação do fenômeno em estudo em vídeo, utilizou-se um DVR modelo EDSR100H e uma câmera do tipo *webcam* gravando a 30 quadros por segundo sob resolução de 720x484 *pixels*.

Este sistema captador de sinal de campo elétrico e arquivo de vídeo esteve localizado no prédio do IAG-USP. As Figuras 3 e 4 indicam a localização da

câmera referente à Avenida Paulista e sua imagem já com as torres destacadas respectivamente.

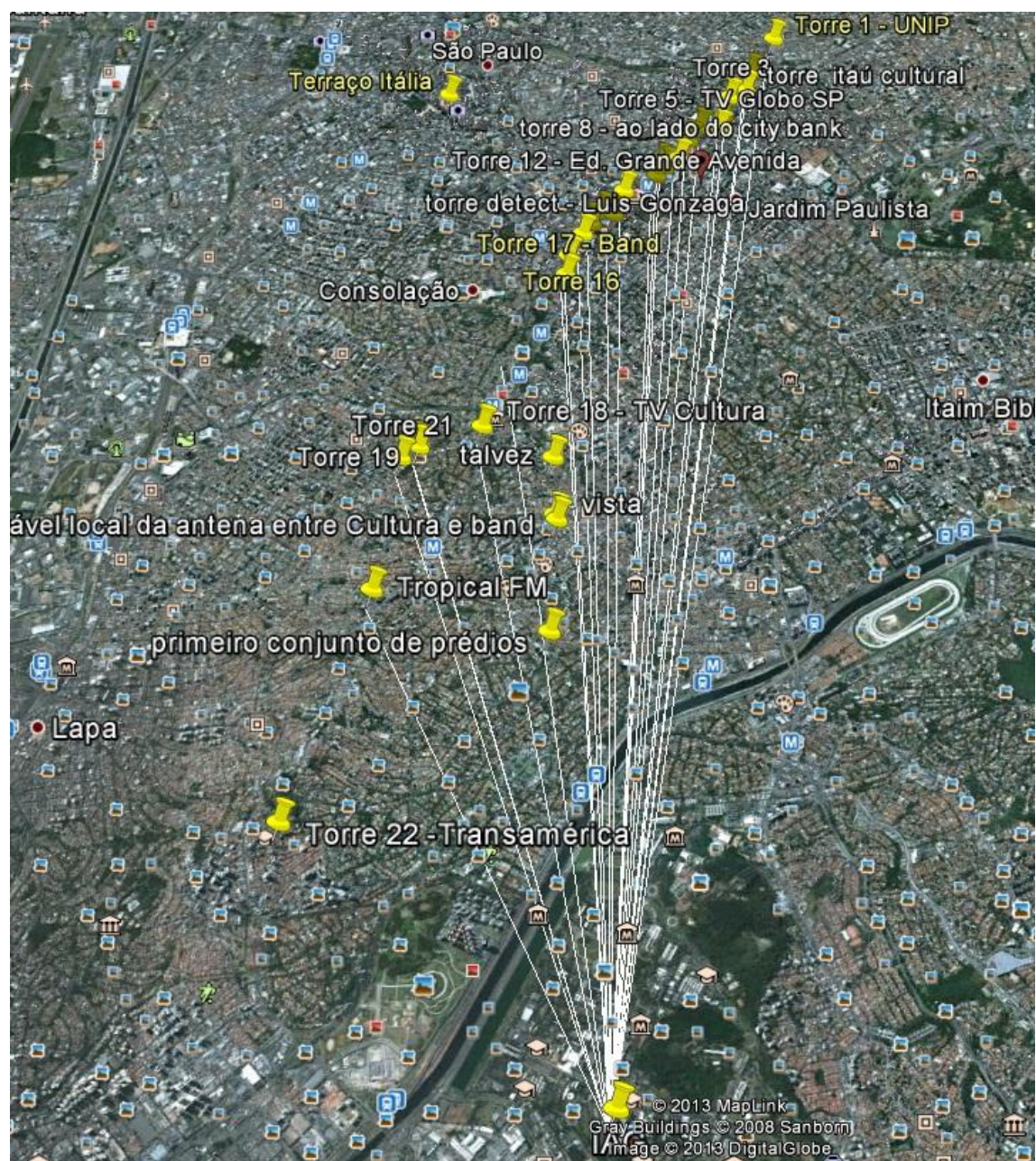


Figura 3 – Localização da Avenida Paulista pela posição da câmera.

As linhas brancas da Figura 3 indicam as torres vistas pela câmera.





Figura 4 – Imagem da câmera salientadas as torres da Avenida Paulista.

### 3 RESULTADOS

Entre Fevereiro e Junho de 2013 foram registrados quatro raios ascendentes na região da Avenida Paulista.

A Figura 5 exibem uma descarga ascedente.



Figura 5 – Raio ascendente ocorrido na Avenida Paulista em 9 de Março de 2013.

A Figura 6 demostra as medidas de campo elétrico gerados pelo raio da Figura 5.

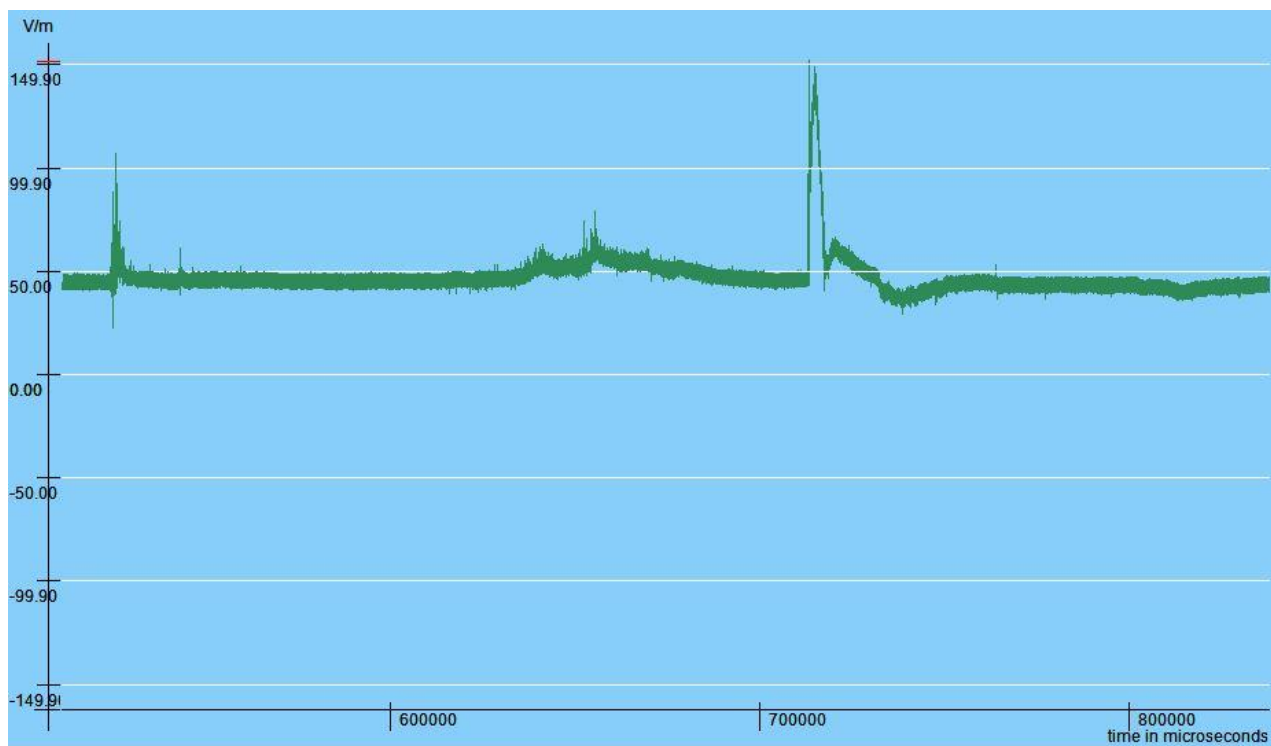


Figura 6 – Curva de campo elétrico gerado pela descarga da Figura 5

#### **4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES**

Ao todo, gerou-se quatro vídeos e quatro pares de dados rápidos de campo elétrico. Não há dados de campo lento pois este sistema foi implementado apenas em Maio de 2013.

Os vídeos das descargas são importantes por comprovarem que a medida de campo elétrico corresponde realmente a um raio que saiu do solo em direção à nuvem, visto que uma conclusão acertiva apenas sob o olhar das medidas de campo ser duvidosa.

Estes conjuntos de dados levantados em seis meses de trabalho de iniciação científica já fazem parte da base de dados do ELAT, fomentando o conhecimento do processo físico da descarga ascendente.

É importante ressaltar a necessidade de um estudo dos integradores utilizados que filtram baixas frequências para os dados de campo elétrico rápidos e altas frequências para os dados de campo lento, visto que a seleção dessas frequências depende de vários parâmetros, como por exemplo, a temperatura, pois os filtros são baseados em componentes analógicos.

Um ensaio de resposta em frequência destes integradores é interessante para se definir qual faixa de frequência recebe qual valor de atenuação ou ganho.

