



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

ESTUDO DOS RAIOS ATRAVÉS DE CÂMERAS DE VÍDEO E SENSORES DE CAMPO ELÉTRICO

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

**Henrique Valente Halada de Oliveira (Instituto Federal de São Paulo, Bolsista
PIBIC/CNPq)**

E-mail: henrique.halada@aluno.ifsp.edu.br

Marcelo Magalhães Fares Saba (INPE/CCST, Orientador)

E-mail: Marcelo.saba@inpe.br

Julho de 2019



RESUMO

Este trabalho iniciado em agosto de 2018 tem como objetivo automatizar alguns modelos de câmeras, com o intuito de filmar descargas elétricas (raios e relâmpagos) sem a necessidade de um operador para as mesmas, assim aumentando as chances de sucessos de filmagens. Existem diversos de câmeras, porém este projeto contempla a automação de câmeras de vídeo e *webcams*. Para o início deste projeto foi necessário entender o funcionamento das câmeras e o diferencial de cada uma. A partir da obtenção dos vídeos, os mesmos podem ser comparados aos gráficos de campo elétricos gerados pelas descargas elétricas, que são obtidos utilizando sensores de campo elétrico.



LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
3.2.1 Esquema de montagem do sistema de medição do campo elétrico...	2
3.2.2 Antena tipo prato.....	3
3.3.1 Funcionamento da obtenção de imagens.....	4
4.1 Câmeras utilizadas.....	6
5.1 Perturbação no sensor de campo.....	7
5.2 Imagem capturada com <i>Webcam</i>	8
5.3 Imagem capturada com MV-CA013-20UM.....	9



SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	1
3. FUNDAMENTÇÃO TEÓRICA	2
3.1 Descargas Elétricas	2
3.2 Sensor de Campo Elétrico	3
3.3 Câmeras	4
4. MATERIAS E METÓDOS	6
5. RESULTADOS	7
6. CONCLUSÕES	9
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10



1. INTRODUÇÃO

O plano inicial deste trabalho, iniciado em agosto de 2018, era filmar descargas elétricas naturais (raios e relâmpagos) sem a necessidade de um operador para as câmeras, na cidade de São José dos Campos, localizada no Vale do Paraíba, interior de São Paulo escolhida por uma série de fatores: localização, temperaturas elevadas e altos índices de área urbana, características que aumentam o índice de precipitação proveniente de células convectivas de tempestades.

Portanto, para que não houvesse a necessidade de um operador era necessário automatizar as câmeras. Então inicialmente foi necessário entender o funcionamento das câmeras e dos sensores de campo elétrico. Pois havia modelos de câmeras distintos, como câmeras fotográficas, vídeo e *webcams*.

Para a realização deste projeto foi estudado alguns conceitos físicos de descargas atmosféricas, para a compreensão dos gráficos gerados pelo sensor de campo elétrico. Além do estudo de programação, com o intuito de automatizar as câmeras.

2. OBJETIVOS

Este atual projeto tinha por principal objetivo a automação de câmeras para obtenção de imagens de descargas elétricas naturais provenientes de tempestades. Além da obtenção de dados de campo elétrico gerados pelas



descargas atmosféricas. Assim facilitando o monitoramento de obtenção de dados para análise e estatística de tempestades elétricas que ocorrem na cidade de São José dos Campos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Descargas Elétricas

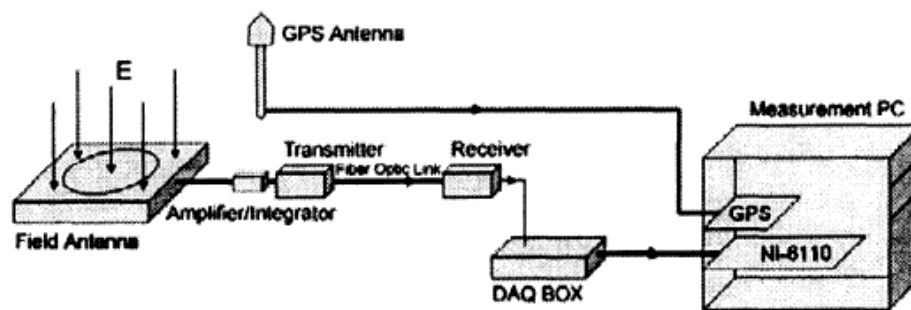
As características da atmosfera de tempo bom e de tempo ruim, sem e com tempestades, diferem-se devido à orientação do campo elétrico. A alteração na orientação do campo se dá devido à concentração de cargas de polaridade negativa na base da nuvem de tempestade, que por sua vez induz uma concentração de cargas positivas no solo, redirecionando a orientação do campo elétrico.

Raios descendentes iniciam-se entre os centros de cargas presentes no interior da nuvem de tempestade, já os raios ascendentes têm a sua iniciação a partir de altas estruturas. Ambos traçam seu canal ionizando o ar a sua frente, abrindo caminho para sua propagação. Na medida em que o canal principal se aproxima do solo, pulsos são emitidos gerando uma perturbação no campo elétrico mensurado a partir de sensores instalados em superfícies planas, capazes de medir a intensidade do campo que atua naquele determinado local em tempo real.

3.2 Sensor de Campo Elétrico

Para gerar os gráficos de campo elétrico, é necessário utilizar um esquema, como é ilustrado na Figura 3.2.1.

Figura 3.2.1 - Esquema de montagem do sistema de medição do campo elétrico.



Fonte: FERRO, 2008.

Uma antena rápida tipo prato (“*fast flat antenna*”), Figura 3.2.1, é usada para registrar as variações do campo elétrico causadas pela descarga elétrica atmosférica. A antena rápida de campo elétrico trabalha na faixa de frequência de 306 Hz a 1,5 MHz, com tempo de decaimento de 0,5 ms e taxa de aquisição de 5.000.000 amostras por segundo (5 MS/s), o que implica num intervalo entre amostragens de 200 ns. Essa excelente resolução temporal permite uma reprodução da forma de onda do campo elétrico rica em detalhes o que, por sua vez, permite a identificação da “assinatura” do campo elétrico característica de cada um dos processos que compõem o relâmpago. Permite,

também, medidas mais confiáveis da variação na amplitude do campo elétrico durante a ocorrência desses processos. (FERRO, 2008)

Figura 3.2.2 – Antena tipo Prato.



Fonte: FERRO, 2008.

A Figura 3.2.2 ilustra um amplificador, pois o mesmo amplifica o sinal de campo elétrico recebido pela antena, para que fosse possível analisar o sinal mais detalhadamente. O transmissor e receptor de fibra óptica é utilizado, para que não haja interferência da descarga elétrica, caso a mesma ocorra próxima à antena. O “DAQ BOX” é responsável por transferir os dados obtidos para o computador utilizado. A antena de GPS é utilizada para sincronização do sistema.

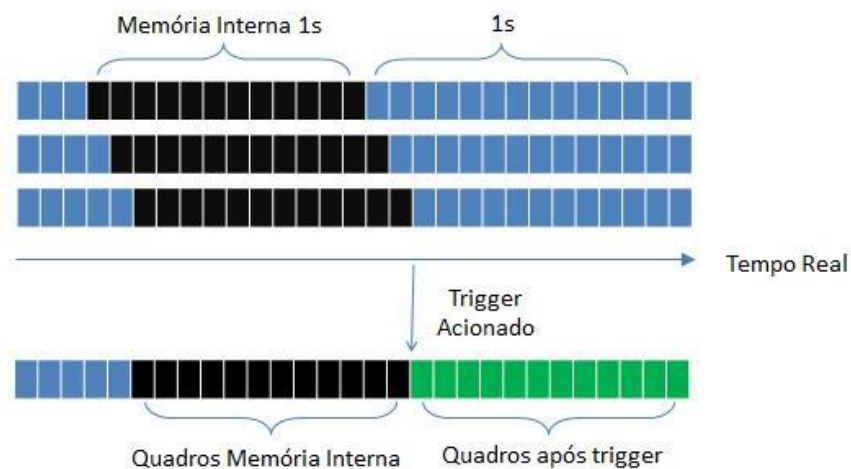
3.3 Câmeras

Para a automação das câmeras com o intuito de filmar descargas elétricas, é necessário utilizar uma ferramenta, conhecida como “Fila Circular” que consegue gravar vídeos momentos antes de ocorrer à descarga

elétrica, para que fosse possível gravar o evento por inteiro, pois são fenômenos muito curtos. Existem câmeras que possuem esta ferramenta em seu sistema, porém também existem *softwares* que simulam esta ferramenta, como por exemplo, o *software* “UFO Capture”, que foi utilizado neste trabalho. Este *software* possui como ação de início de filmagem (*trigger*), mudanças na imagem da câmera que o utiliza.

Na Figura 3.3.1, é ilustrado o sistema de “Fila Circular” com uma memória com capacidade de 1 segundo. Assim, ao se acionar o pulso de trigger, as imagens serão gravadas por mais um intervalo de 1 segundo. Com isso, o vídeo gravado fica com as imagens adquiridas tanto antes como depois de acionado o trigger com o total do arquivo de vídeo de 2 segundos. [SCHUMANN, 2012]

Figura 3.3.1 - Funcionamento da obtenção de imagens.



Fonte: SCHUMANN, 2012.

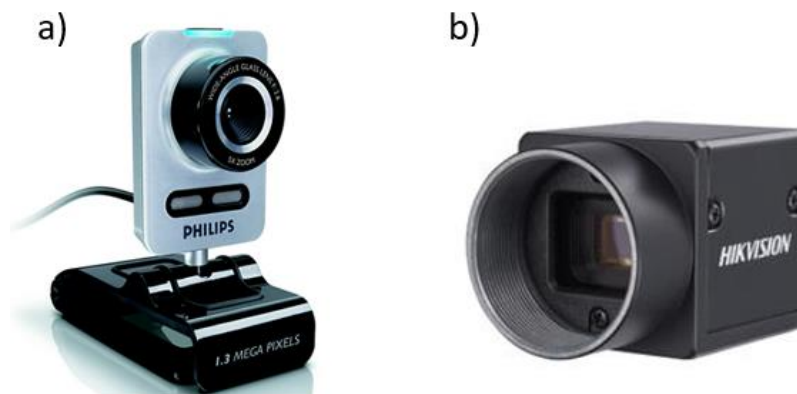
4. MATERIAIS E MÉTODOS

A antena tipo prato, Figura 3.2.2, é utilizada como sensor. A mesma obtinha dados de campo elétrico e ao ultrapassar um valor de campo o sistema representado na Figura 3.2.1, iniciava a gravação dos dados de campo elétrico gerado pela descarga elétrica, gerando gráficos com estes dados.

A antena era instalada no terraço do prédio cujo estavam apontadas as câmeras, as mesmas gravavam vídeos das descargas elétricas que ocorriam sobre o edifício, ou próximas a ele.

Para a filmagem de descargas elétricas foram utilizados dois modelos de câmeras, ilustradas na Figura 4.1.

Figura 4.1 - Câmeras utilizadas. a) Webcam; e b) MV-CA013-20UM



Fonte: Produção do autor

Sendo ilustrada na Figura 4.1.a, Webcam Philips SPC1030NC, a mesma foi utilizada com o *software* “UFO Capture” para filmar as descargas elétricas, pois quando ocorriam descargas elétricas, as mesmas provocavam mudanças

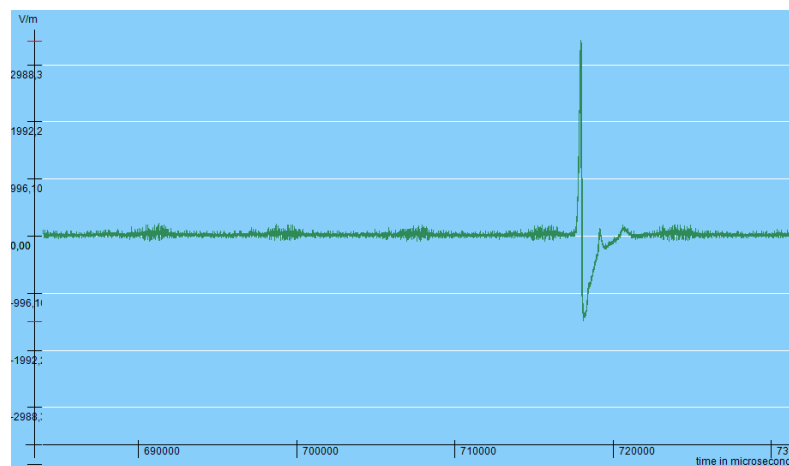
na imagem da câmera assim ativando o *trigger*, portanto, iniciando a filmagem das mesmas.

No caso das câmeras MV-CA013-20UM, Figura 4.1.b, são câmeras com qualidade de resolução e taxa de aquisição (FPS) maiores do que *Webcam*. Estas câmeras possuem um *software* próprio que fazem a mesma função do “UFO Capture”.

5. RESULTADOS

Os gráficos obtidos do campo elétrico gerado a partir das descargas elétricas foram satisfatórios e dentro do esperado, como ilustra a Figura 5.1.

Figura 5.1 - Perturbação no sensor de campo.



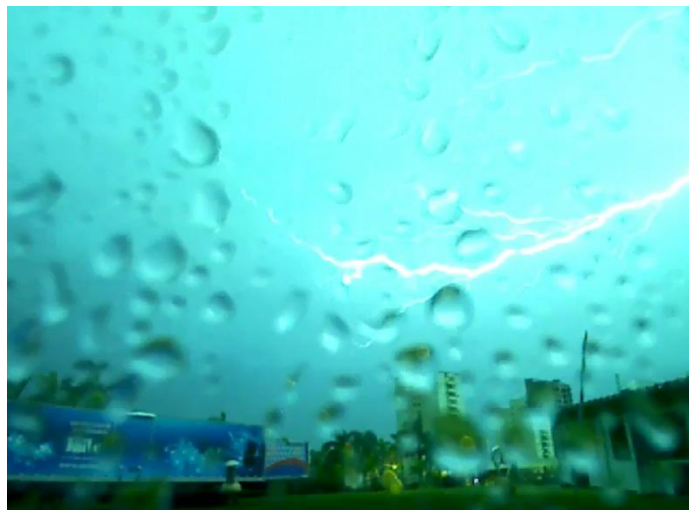
Fonte: Produção do Autor

A Figura 5.1 representa a perturbação no campo elétrico causado por uma descarga elétrica, que ocorre próximo aos 7200000 microssegundos (μs), o gráfico representa a variação do campo elétrico (V/m) ao longo do tempo

(μ s). A perturbação ocorre em torno dos 7200000 μ s, pois o arquivo gerado iniciou a gravação momentos antes de ocorrer à descarga elétrica.

Foram obtidas diversas imagens de descargas elétricas, algumas ilustradas nas Figuras 5.2 e 5.3.

Figura 5.2 – Imagem capturada com *Webcam*.



Fonte: Produção do autor

A Figura 5.2 foi uma das imagens que foram capturadas utilizando a câmera *Webcam* Philips SPC1030NC, ilustrada na Figura 4.1.a. Há gotas de água na imagem, pois durante a tempestade ocorre a chuva, que molhava o vidro onde foi instalada a câmera.

Figura 5.3 – Imagem capturada com MV-CA013-20UM.



Fonte: Produção do autor

A Figura 5.3 foi uma das imagens que foram capturadas utilizando a câmera de vídeo MV-CA013-20UM, pode-se notar que possui uma melhor resolução, entretanto ocorreu de molhar o vidro que protegia a câmera, assim aparecendo as gotas nas filmagens das descargas.

Como as filmagens iniciam-se a partir da mudança de imagem da câmera, em alguns casos as gravações que não possuíam descargas elétricas, pois passavam pássaros, aviões e entre outros objetos.

6. CONCLUSÕES

Portanto após a finalização do trabalho, é plausível concluir que as câmeras funcionaram de modo esperado, filmando as descargas elétricas sem a necessidade de um operador. As câmeras filmaram todas as descargas para



as quais as câmeras estavam apontadas, porém algumas filmagens não possuíam descargas, pois havia passado algo à frente da câmera, assim ativando *trigger* era disparado, ocorrendo alguns erros de filmagens.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERRO, Marco Antonio da Silva. **CARACTERÍSTICAS DOS RELÂMPAGOS NUVEM-SOLO NEGATIVOS QUE APRESENTAM MÚLTIPLOS CANAIS**. 2008. 245 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geofísica Espacial, Inpe, São José dos Campos, 2008.

SCHUMANN, Carina. **CARACTERIZAÇÃO DOS RAIOS POSITIVOS ATRAVÉS DE CÂMERAS DE ALTA VELOCIDADE E SENSORES DE CAMPO ELÉTRICO**. 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geofísica Espacial, Inpe, São José dos Campos, 2012.