



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**

**ESTIMATIVA DE CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS EM DESCARGAS  
ATMOSFÉRICAS**

**COORDENADOR: FRANCISCO ERNANDES MATOS COSTA**

## RESUMO

As descargas atmosféricas têm origem elétrica e podem ocorrer entre uma nuvem e a Terra, entre nuvens ou intranuvens. As nuvens Cumulonimbus são as mais comuns geradoras dessas descargas e também o tipo de nuvem mais estudado. Em geral, as descargas nuvem-solo são as que apresentam maiores riscos e prejuízos para a sociedade, ocasionando incêndios em florestas, sobretensões em linhas de transmissão, danos em transformadores de distribuição de energia e em torres de poços de petróleo, etc. Neste projeto pretende-se investigar o fenômeno da descarga atmosférica, em particular a descarga nuvem-solo descendente, que é o tipo mais relevante para a engenharia. Utilizando as equações fundamentais do eletromagnetismo pretende-se obter expressões, no contexto clássico e relativístico, para os campos elétrico e magnético em torno do canal de descarga.

**Palavras-chave:** Descarga atmosférica, Nuvem, Campo eletromagnético.

## 1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

O Brasil apresenta o maior índice global de incidência de descargas elétricas naturais – raios. Todo ano cerca de 50 milhões de raios atingem o território brasileiro. As descargas atmosféricas têm origem elétrica e podem ocorrer entre uma nuvem e a Terra, entre nuvens ou intranuvens. As nuvens Cumulonimbus são as mais comuns geradoras dessas descargas e também o tipo de nuvem mais estudado. As descargas que tocam o solo são chamadas nuvem-solo (NS) e são de menos ocorrência (cerca de 20%); enquanto que as que não tocam o solo são classificadas como intranuvem (IN) e ocorrem em maior intensidade (cerca de 80%), mas são pouco estudados por ocorrerem em meio à opacidade das nuvens e por não trazerem prejuízos à sociedade [1].

As descargas NS, embora menos frequentes que as IN, são as mais estudadas por estarem mais acessíveis à observação visual e principalmente por causa do perigo que apresentam às pessoas e prejuízos que infringem a sociedade. Os prejuízos mais comuns estão associados aos efeitos térmicos como: incêndios em florestas, rompimento de cabos de linhas de transmissão, queima dos fusíveis usados para proteger transformadores de distribuição de energia, etc [2].

A corrente associada a uma descarga atmosférica tem intensidade muito alta podendo chegar a dezenas de quilo-ampères e as cargas que formam essa corrente podem percorrer

alguns quilômetros ao longo de um canal estreito com velocidades muito altas. Durante o movimento, algumas cargas seguem novos caminhos por causa da influência de cargas na atmosfera ao redor do canal, formando as ramificações que observamos [3, 4].

Em geral, uma descarga atmosférica começa com pequenas descargas dentro da nuvem e a maioria das descargas NS tem polaridade negativa, isto é, a parte inferior da nuvem está carregada negativamente em relação ao solo. Essas descargas liberam elétrons que começarão seu caminho de descida em direção ao solo. Nesse caminho de descida os elétrons buscam o caminho mais fácil (de mínima ação). Essa busca de conexão com a Terra é extremamente rápida e não visível a olho nu. Quando as cargas se aproximam do solo, parte do solo em direção a elas outras cargas. Forma-se então o que é conhecido como o canal do raio, um caminho ionizado e altamente condutor. Por ele passa um gigantesco fluxo de cargas elétricas, denominada descarga de retorno. É neste momento que o raio acontece com a máxima potência, liberando grande quantidade de luz [5].

A estimativa dos campos elétrico e magnético no em torno do canal de descarga é importante para obter as sobretensões induzidas em linhas de transmissão de energia e de telecomunicações. O conhecimento dessas sobretensões é importante para o projeto dessas linhas, assim como para a especificação da proteção dos seus equipamentos contra danos e interferências causados pela descarga atmosférica [6, 7].

Neste projeto pretende-se fazer uma estimativa dos campos elétrico e magnético no em torno do canal de descarga em descargas elétricas naturais do tipo NS. Essa estimativa será feita em um contexto clássico e relativístico. Portanto, entendemos que o mesmo seja de suma importância.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Estimar os campos elétrico e magnético em descargas atmosféricas, em um contexto clássico e relativístico.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Estudar os principais aspectos físicos envolvidos nas descargas atmosféricas.

- Propor um perfil para modelar a corrente elétrica em descargas atmosféricas.
- Determinar os campos elétrico e magnético no em torno do canal de descarga.
- Contribuir para a pesquisa científica da UFERSA/Pau dos Ferros.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa consiste em uma investigação de natureza teórica quantitativa. Descreveremos a seguir as principais etapas metodológicas que serão adotadas no seu desenvolvimento.

Primeiramente, será efetuado um estudo bibliográfico sobre os aspectos gerais das descargas atmosféricas, desde a eletrificação das nuvens, passando pela formação do canal de descarga até a descarga propriamente dita.

Posteriormente, será considerado um perfil para modelar a corrente elétrica no interior do canal de descarga e a partir desse perfil serão calculados os campos elétrico e magnético no em torno do canal de descarga, em um contexto clássico e relativístico.

Finalmente, será feita uma análise gráfica para entender melhor o comportamento da distribuição do campo eletromagnético no em torno do canal de descarga atmosférica.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. C. Ferraz, Desenvolvimento de instrumentação e estudo de relâmpagos nuvem-solo negativos no verão. 1998 - 1999. 89p. Dissertação (Mestrado em Geofísica Espacial) – INPE, São José dos Campos, (2001).
- [2] F. J. Miranda, Estudo da forma de onda de campo elétrico de relâmpagos. 119p. Dissertação (Mestrado em Geofísica Espacial) – INPE, São José dos Campos, (2000).
- [3] V. A. Rakov & A. A. Dulzon, **Calculated electromagnetic fields of lightning return Stroke**. Tekh. Elektrodinam. 1:87-7, (1987).
- [4] G. C. Portier et al, Física dos raios e Engenharia de proteção. 2.ed. Porto alegre: EDPUCRS, cap. 03, p. 47-60, (2010).
- [5] C. F. Barbosa & J. O. S. Paulino, An approximate time domain formula for the calculation of the horizontal electric field from lightning", *IEEE Trans. EMC*, vol. 49, no. 3, p. 593-601, (2007).

