

# UM MÉTODO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS APLICADAS AO AMBIENTE INDUSTRIAL

*Flávia Martins Almeida Pereira<sup>1</sup>, Renata Cristina do Nascimento<sup>1</sup>, Edílson Alexandre Camargo<sup>1</sup>, Paulo Cesar Ceragioli<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, UNIVAP, Urbanova, www.univap.br

<sup>2</sup> RFCOM Sistemas LTDA, Limoeiro, São José dos Campos, www.rf.com.br

**Palavras-chave:** Descargas Atmosféricas, Aterramento, Gaiola de Faraday

**Área do Conhecimento:** Engenharias

**Resumo:** Para se pensar em proteção, inicialmente, torna-se necessário um pouco de conhecimento a respeito de relâmpagos, para que seja possível estabelecer quais medidas devem ser adotadas diante dos efeitos destrutivos das descargas atmosféricas. As normas de proteção nos diversos países são os resultados das experiências que foram sendo adquiridas de maneira empírica e sistemática, envolvendo pesquisas científicas e tecnológicas, em maior ou menor grau, com o intuito de diminuir os danos provocados pelos relâmpagos. Este trabalho tem como objetivo descrever os conceitos sobre descargas atmosféricas, aterramento, tipos de proteções (externas e internas), bem como propor a implantação de um sistema de proteção em um ambiente industrial, utilizando o método da Gaiola de Faraday.

## Introdução

A cada segundo cerca de 100.000 raios caem sobre a Terra, produzidos por volta de 2.000 tempestades, resultando em um total de aproximadamente 16 milhões por ano no mundo inteiro. Há milhares de anos os raios são observados e estudados, mas apesar de todo o avanço tecnológico, pouco progresso foi obtido no conhecimento do fenômeno. Ainda hoje persistem muitas dúvidas sobre o mecanismo de carregamento de cargas positiva e negativa nas nuvens (Pinto Jr., O.; Pinto, I. R. C. A) e (Ballarotti, M.G.).

Os raios, quando atingem diretamente um ser vivo, podem provocar morte imediata. As descargas indiretas, as mais freqüentes, acontecem nas imediações do local onde a pessoa está e podem causar seqüelas e também a morte. Nos equipamentos eletrônicos as descargas atmosféricas também são grandes vilãs, responsáveis por uma série de prejuízos. Contudo, em ambientes onde existam pessoas ou equipamentos eletrônicos, um sistema de proteção contra descargas atmosféricas é de vital importância (Pinto Jr., O.; Pinto, I. R. C. A) e (Ballarotti, M.G.).

Este trabalho propõe um estudo de caso de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas aplicado à área industrial em conformidade com as normas ABNT, visando garantir maior segurança às pessoas e de prevenir danos às estruturas de maneira a minimizar significativamente a ocorrência de perda de dados e possível perda de produção ou queima de componentes e equipamentos.

Como consequência espera-se um aumento da segurança e da confiabilidade no local e redução dos prêmios nas apólices de seguro.

## Metodologia

O método escolhido para análise e projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas baseia-se no princípio da Gaiola de Faraday. Este método teve o desenvolvimento pioneiro pelo cientista Michael Faraday, físico e químico inglês (1791-1867), responsável por memorável legado nas descobertas dos fenômenos elétricos.

Tratava-se inicialmente de um dispositivo, que nada mais é do que um cubo feito de tela de fio condutor que impede a entrada de campos eletrostáticos bem como os campos eletromagnéticos cujos comprimentos de onda sejam superiores ao tamanho da malha (de captação), formada por módulos retangulares, sempre utilizando cabo de cobre nu, passando por isoladores ou fixados direto sobre a superfície (Danieli, C. L.). A proteção contra descargas atmosféricas é regulada, no Brasil, pela Norma NBR 5419 (ABNT NBR 5419 / 2005).

Para se projetar um sistema de proteção contra descargas atmosféricas é necessário primeiramente fazer um levantamento de incidência de raios na região, De acordo com o mapa da Figura 1, o índice ceráunico (de descargas atmosféricas) que atinge a Região Sudeste é de aproximadamente 60 dias de descargas por ano, sendo dado o índice  $N_g$ .

Sendo  $N_g$  a quantidade de raios que incide numa dada área de captação, por quilômetros quadrados por ano e pode ser calculado pela fórmula:

$$N_g = 0,04 \cdot Td^{1,25} \text{ (por km}^2\text{/ano)}$$

Onde, Td é o número de dias de descarga por ano. Com o número de Td, pode-se obter o número de raios incidentes de determinada região.

Logo,

$$N_g = 0,04 \cdot 60^{1,25} \text{ (por km}^2\text{/ano)}$$

$$N_g = 6,68 \text{ (por km}^2\text{/ano)}$$

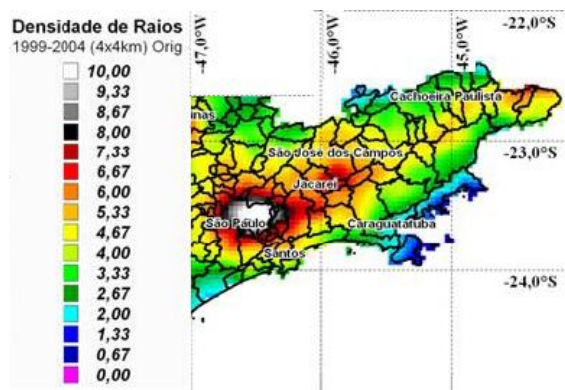


Figura 1 - Mapa de densidade de relâmpagos (1999 a 2004) para a região do Vale do Paraíba paulista e Grande São Paulo (Naccarato K. P.).

### Aplicação do Sistema de Proteção na Empresa RF COM LTDA.

A Empresa RF COM Sistemas LTDA. é uma empresa especializada em comunicação sem fio e energia solar, atuando em vendas, Instalação de Veículos de Survey, Integração de Estações Radio-Base, Treinamento em comunicação sem fio e energia solar, Suporte, Consultoria e Manutenção. Devido ao perfil da Empresa, o efeito das descargas atmosféricas, pode ocasionar efeitos indiretos, variando de pequenos danos a prejuízos inaceitáveis e perda de produção.

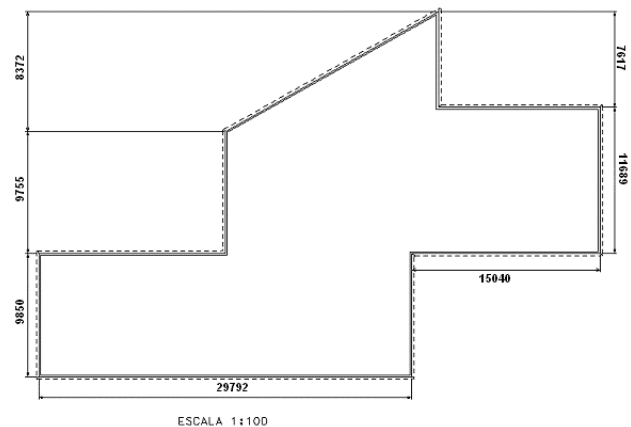
O prédio da RF COM está localizado próximo à Rodovia Presidente Dutra, em um distrito industrial de São José dos Campos. Em sua fase atual o prédio tem aproximadamente 700 metros quadrados. Separada do prédio principal há uma oficina totalmente equipada para manufatura de componentes mecânicos para integrações e produtos completos como as ERBs móveis COW 2000.

### Níveis de Proteção e Eficiência

O nível de proteção está relacionado com a probabilidade de queda do raio na edificação, mas com a eficiência que o sistema tem de captar e conduzir o raio à terra. De acordo com o tipo da estrutura, a Empresa RF COM SISTEMAS LTDA, está classificada no **nível de proteção III** que de acordo com a NBR5419/2005 equivale a um nível moderado de proteção com eficiência de 90%.

### Avaliação geral de Risco

A área de exposição equivalente ( $A_e$ ) é a área em metros quadrados, do plano da estrutura prolongada em todas as direções (Figura 2), levando em conta sua altura.



$$\text{Área Tota: } 691,55m^2$$

Figura 2: Perspectiva da Estrutura

Com o valor da área de exposição, calcula-se a frequência média anual previsível ( $N_d$ ) de descargas atmosféricas sobre a estrutura:

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} \text{ (por ano)}$$

$$N_d = 4,565 \cdot 10^{-3} \text{ (por ano)}$$

De acordo com a NBR 5419/2005, para a frequência média anual de danos  $N_c$ , valem os seguintes valores:

- a) riscos maiores que  $10^{-3}$  (isto é, 1 em 1000) por ano são considerados inaceitáveis.
- b) riscos menores que  $10^{-5}$  (isto é, 1 em 100 000) por ano são, em geral, considerados aceitáveis.

Depois de determinado o valor de  $N_d$ , que é o número provável de raios que anualmente atingem a estrutura, aplica-se os fatores de ponderação indicados nas tabelas e calcula-se o índice de riscos:

$$Ndc = N_d * A * B * C * D * E$$

$$Ndc = 4,564 \cdot 10^{-3} * 1,0 * 0,8 * 0,8 * 1,0 * 0,3$$

$$Ndc = 0,863 \cdot 10^{-3}$$

Se  $Ndc \geq 10^{-3}$ , a estrutura requer um SPDA, Se  $10^{-3} > Ndc > 10^{-5}$ , a conveniência de um SPDA deve ser tecnicamente justificada, Se  $Ndc \leq 10^{-5}$ , a estrutura dispensa um SPDA.

Com base nos cálculos efetuados de acordo com o mapa de densidade de relâmpagos, concluiu-se a necessidade da utilização de um SPDA para a empresa RF COM.

### Detalhes Construtivos

Um sistema de aterramento deve fornecer um acoplamento permanente de partes metálicas com o propósito de formar um caminho condutor de eletricidade tanto quanto assegurar continuidade elétrica e capacitar uma condução segura qualquer que seja o tipo de corrente. O bom funcionamento dos pára-raios e a adequada proteção contra sobretensão estão associadas a um sistema de aterramento eficaz. O tipo de aterramento e o número de eletrodos de terra (hastes de aterramento) a serem utilizados para assegurar a eficácia do aterramento dependem das características do solo.

### Condutores de descida

Para diminuir o risco de centelhamento perigoso, os condutores de descida devem ser dispostos de modo que:

- a corrente percorra diversos condutores em paralelo;
- o comprimento desses condutores seja o menor possível.

De acordo com a Norma, para o nível de proteção III (ABNT NBR 5419 / 2005), o espaçamento médio entre os condutores de descida deve ser de 20 metros. Definido o nível de proteção, é possível detectar o posicionamento dos captosres, conforme valor tabelado encontrado na (ABNT NBR 5419 / 2005) que define que os captosres devem ser posicionados com  $R = 45$  metros e uma largura do módulo de malha de 10 metros.

### Materiais

De acordo com as características do projeto e baseados nas Tabelas 1 e 2 (ABNT NBR

5419/2005), foram definidos o material e as dimensões dos componentes do sistema de aterramento.

### Resistência de Aterramento

A norma brasileira de proteção contra descargas atmosféricas (ABNT NBR 5419 / 2005) recomenda um valor máximo de 10 ohms. Sempre que possível esse valor deve ser adotado para todas as instalações.

Tabela 1: Seções mínimas dos materiais do SPDA (ABNT NBR 5419 / 2005)

Material	Captor e anéis intermediários (mm <sup>2</sup> )	Descidas (para estruturas de altura até 20m) mm <sup>2</sup>	Descidas (para estruturas de altura superior a 20m) mm <sup>2</sup>	Eletrodo de aterramento mm <sup>2</sup>
Cobre	35	16	35	50
<b>Alumínio</b>	<b>70</b>	<b>25</b>	<b>70</b>	--
Aço Galvanizado quente embutido concreto	50	50	50	80

Tabela 2: Espessuras mínimas dos componentes do SPDA - dimensões em milímetros (ABNT NBR 5419 / 2005).

Material	Captosres			Descidas	Aterramento
	NPQ	NPF	PPF		
Aço galvanizado a quente	4	2,5	0,5	0,5	4
Cobre	5	2,5	0,5	0,5	0,5
<b>Alumínio</b>	<b>7</b>	<b>2,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	--
Aço Inox	4	2,5	0,5	0,5	5

NPQ – não gera ponto quente  
NPF – não perfura  
PPF – pode perfurar

### Eletrodos de aterramento

Os seguintes tipos de eletrodo de aterramento podem ser utilizados:

- aterramento natural pelas fundações, em geral as armaduras de aço das fundações;
- condutores em anel;
- hastes verticais ou inclinadas;
- condutores horizontais radiais

Preferencialmente o eletrodo de aterramento deve constituir um anel circundando o perímetro da edificação. A eficiência de qualquer eletrodo de aterramento depende das condições locais do solo; devem ser selecionados um ou mais eletrodos adequados às condições do solo e ao valor da

resistência de aterramento exigida pelo esquema de aterramento adotado. O valor da resistência de aterramento do eletrodo de aterramento pode ser calculado ou medido

A resistência medida do solo nas proximidades da estrutura, onde serão alocados os eletrodos foi: 1,5  $\Omega$ . Desse modo, utilizou-se como eletrodo, a Haste de Cobre que apesar de ser um eletrodo mais caro, suas características elétricas são as melhores para este objetivo, requerendo uma menor manutenção do que os outros tipos de eletrodos, que utilizam junção de metais diferentes.

Os riscos de corrosão provocada pelo meio ambiente, ou pela junção de metais diferentes, devem ser cuidadosamente considerados no projeto do SPDA. Em caso de aplicações não previstas na ABNT NBR 5419/2005, a compatibilidade dos materiais deve ser avaliada. Materiais ferrosos expostos, utilizados em uma instalação de SPDA, devem ser galvanizados a quente, conforme a ABNT NBR 6323.

Para assegurar que todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões fixadas estão firmes e livres de corrosão, que o valor da resistência de aterramento seja compatível com o arranjo e com as dimensões do subsistema de aterramento e com a resistividade do solo, principalmente devido ao uso de eletrodo de aterramento, são necessárias inspeções periódicas no sistema.

### **Conclusão:**

Antes de executarmos qualquer trabalho (projeto, manutenção, instalação, etc.) na área eletroeletrônica, devemos observar todas as normas técnicas envolvidas no processo. Somente assim poderemos realizar um trabalho eficiente, e sem problemas de natureza legal.

Por meio deste projeto, tomamos conhecimento de vários assuntos sobre Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica (SPDA), aterramento e o método por nós utilizado: "Gaiola de Faraday".

Foi possível constatar, através de estudos, como análise do mapa isoceráunico (Naccarato, K.r P.), ou seja, mapa que representa a distribuição de tempestades, , que a região do Vale do Paraíba possui um dos maiores índices de ocorrências de tempestades no País.

Os estudos e a procura por novas tecnologias de proteção (SPDA) têm-se intensificado. Muitas empresas, escolas, hospitais, prédios comerciais e residenciais utilizam pára-raios como meios de proteger suas estruturas, pessoas e equipamentos pois permite uma maior segurança contra as descargas atmosféricas.

Pois sabemos que não podemos evitar que o raio cai sobre a estrutura, então devemos empregar técnicas que disciplinem o escoamento do raio para a terra, minimizando seus efeitos destrutivos, como foi aplicado no projeto abordado neste trabalho ao qual utilizou como referência a área industrial da Empresa RF COM Ltda, a qual espera implantar este sistema de proteção muito em breve, tomando por base os cálculos e materiais descritos neste trabalho.

### **Referências Bibliográficas**

- ABNT NBR 5419 / 2005

- Ballarotti, M.G. Estudo de relâmpagos nuvem-solo através de câmera rápida. São José dos Campos. 140p. (Não publicada). Dissertação (Mestrado em Geofísica), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005

- Danieli, C. L. de. Estudo da Gaiola de Faraday como Blindagem para Ondas Eletromagnéticas. Campinas. Projeto de Instrumentação para ensino, Unicamp.

- Naccarato, K.r P.. Análise das Características dos relâmpagos na região Sudeste do Brasil. São José dos Campos. Tese (Doutorado em Geofísica Espacial), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005.

- Pinto Jr., O.; Pinto, I. R. C. A. Tempestades e relâmpagos no Brasil. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2000.