



**PCC-2466**  
**SISTEMAS PREDIAIS II**

**Sistemas Prediais de Proteção contra  
Descargas Atmosféricas - SPDA**

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Conceituação de SPDA – NBR 5419/2001

- **Sistema completo** destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção.
  - **Sistema externo de proteção:** sistema que consiste em subsistema de captadores, subsistema de condutores de descida e subsistema de aterramento.
  - **Sistema interno de proteção:** conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica dentro do volume a proteger (DPS – dispositivo de proteção contra surtos).

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Conceitos Básicos

- **Descarga atmosférica** - descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários quiloamperes.
- **Raio** - um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra.
- **Relâmpago** - luz gerada pelo arco elétrico do raio.
- **Trovão** - ruído produzido pelo deslocamento do ar devido ao súbito aquecimento causado pela descarga do raio.

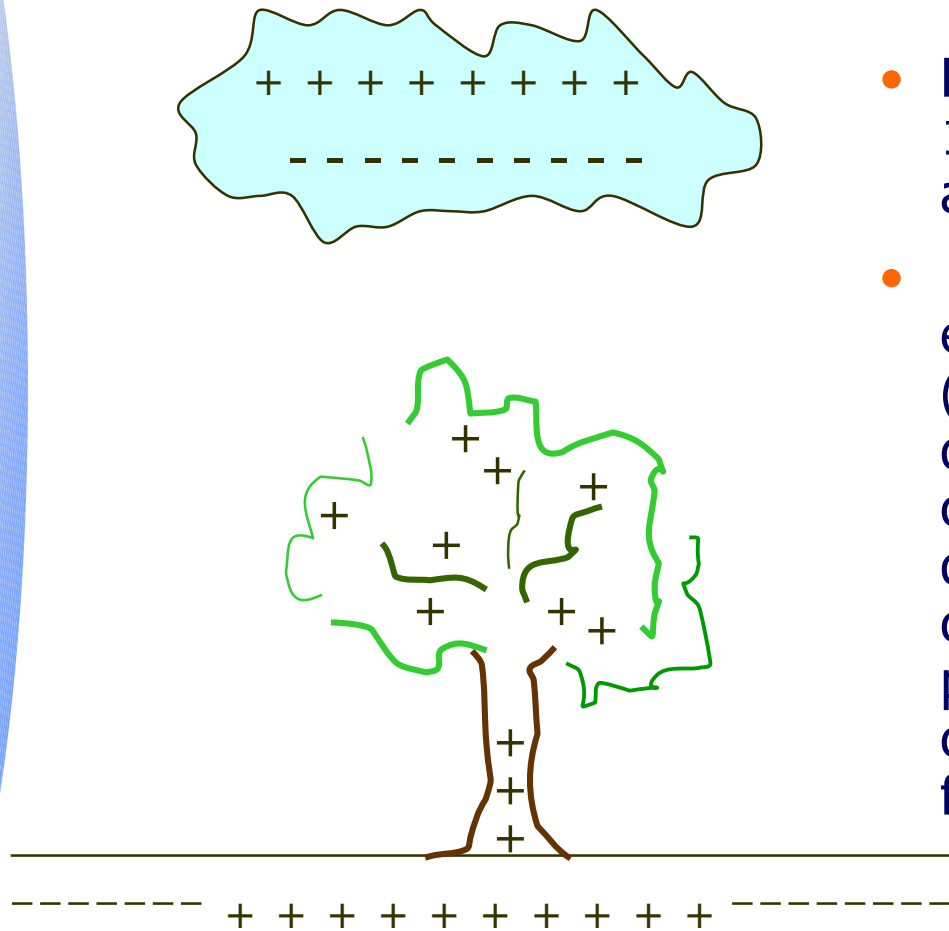
# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Formação das cargas nas nuvens

- A forma mais comum de explicar a formação das cargas e o modelo das nuvens é a representação bipolar: a nuvem como um enorme bipolo com cargas positivas na parte superior e as negativas na inferior.
- A nuvem carregada, induz no solo cargas positivas, que ocupam uma área correspondente ao tamanho da nuvem. Como a nuvem é arrastada pelo vento, a região de cargas positivas no solo acompanha o deslocamento dela, formando uma forma de sombra de cargas positivas que seguem a nuvem.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Indução de cargas positivas no solo



- Esse bipolo tem uma altura de 10 a 15 km e extensão de alguns km<sup>2</sup>.
- A diferença de temperatura entre a base e o teto da nuvem (65 a 70° C) provoca a formação de correntes ascendentes no centro da nuvem e descendentes nas bordas. Essas correntes de ar deslocando as partículas provocaria o atrito e conseqüente carregamento, formando o bipolo.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Formação das descarga atmosféricas

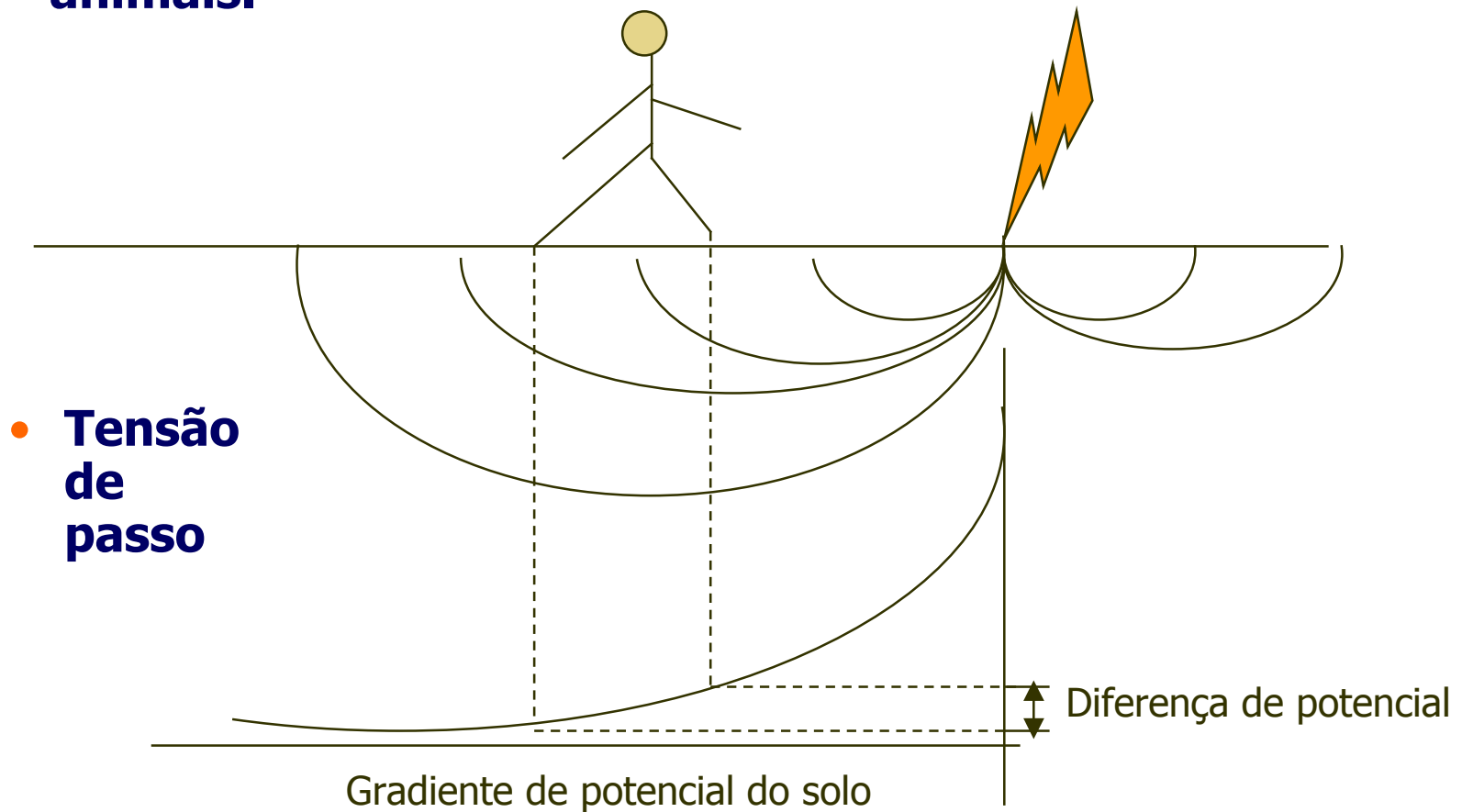
- Ocorre um raio quando a diferença de potencial entre a nuvem e a superfície da Terra ou entre duas nuvens é suficiente para ionizar o ar; os átomos do ar perdem alguns de seus elétrons e tem início a uma corrente elétrica (descarga).



# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Ação dos raios em seres vivos

- Uma descarga penetrando o solo pode gerar um gradiente de potencial perigoso para as pessoas e animais.



# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Pára-raios – Como funcionam?



- **As descargas elétricas das nuvens de tempestades se dirigem para o solo.**
- **Um campo elétrico que sai do pára-raios intercepta a carga e completa um circuito.**
- **O resultado é uma grande carga de eletricidade, chamada de raio.**
- **O pára-raios dissipa esta carga ao levá-la para o solo.**



# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

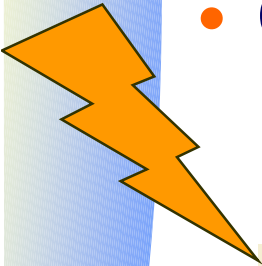
## Pára-raios

- É um SPDA que tem como objetivo encaminhar a energia do raio, desde o ponto que ele atinge a edificação até o aterramento, o mais rápido e seguro possível.
- O SPDA não pára o raio, não atrai raios e nem evita que o raio caia.
- O SPDA protege o patrimônio (edificação) e as pessoas que estão dentro da edificação que é protegida.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Funções do SPDA

- Neutralizar, pelo poder de atração das pontas, o crescimento do gradiente de potencial elétrico entre o solo e as nuvens, por meio do permanente escoamento de cargas elétricas do meio ambiente para a terra.
- Oferecer à descarga elétrica que for cair em suas proximidades um caminho preferencial, reduzindo os riscos de sua incidência sobre as estruturas.



**Um pára-raio corretamente instalado reduz significativamente os perigos e os riscos de danos, pois captará os raios que iriam cair nas proximidades de sua instalação.**

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Tipos de SPDA

- Existem basicamente dois tipos de SPDA
  - Pontas ou Hastes
  - Gaiola de Faraday

**Os sistemas que utilizam o efeito das pontas são mais econômicos, mas para edifícios longos, como fábricas, o princípio da “gaiola” pode se tornar mais econômico. E no caso de edifícios destinados a equipamentos eletrônicos torna-se indispensável.**

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Tipos de SPDA

- **Hastes ou do tipo Franklin**
  - O método proposto por Franklin tem por base uma haste elevada. Esta haste, em forma de ponta, produz, sob a nuvem carregada, uma alta concentração de cargas elétricas, juntamente com um campo elétrico intenso. Isto produz a ionização do ar diminuindo a altura efetiva de nuvem carregada, o que propicia o raio através do “rompimento” da rigidez dielétrica da camada de ar.
  - Utiliza a propriedade das pontas metálicas de propiciar o escoamento das cargas elétricas para a atmosfera, chamado de poder das pontas.



# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Tipos de SPDA

- **Hastes ou do tipo Franklin**

**Formado por um mastro galvanizado, suportes isoladores para o mastro, base de fixação e um condutor de descida que leva a descarga elétrica até a malha de aterramento.**



# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Tipos de SPDA

- Hastes ou do tipo Franklin
  - O raio captado pela haste é transportado pelo cabo de descida e escoado na terra pelo sistema de aterramento. Se o diâmetro do cabo de descida, conexões e aterramento não forem adequados, as tensões ao longo do sistema que constitui o pára-raios serão elevadas e a segurança estará comprometida.
  - Ao se instalar um sistema de proteção com pára-raios, deve-se ter sempre o princípio básico da proteção:

**É preferível não ter pára-raios do que ter um mal dimensionado ou mal instalado.**

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Componentes do sistema tipo Franklin

- **Captor** – principal componente do pára-raios, formado por três pontas ou mais de aço inoxidável ou cobre. É denominado de ponta.
- **Mastro ou haste** – é o suporte do captor, constituído de um tubo de cobre de comprimento igual a 5 m e com 55 mm de diâmetro. A sua função é suportar o captor e servir de condutor metálico.
- **Isolador** – é a base de fixação do mastro ou haste. Em geral, de porcelana vitrificada ou de vidro temperado para nível de tensão de 10 KV.
- **Condutor de descida** – é o condutor que faz ligação entre o captor e o eletrodo de terra.



# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Componentes do sistema tipo Franklin

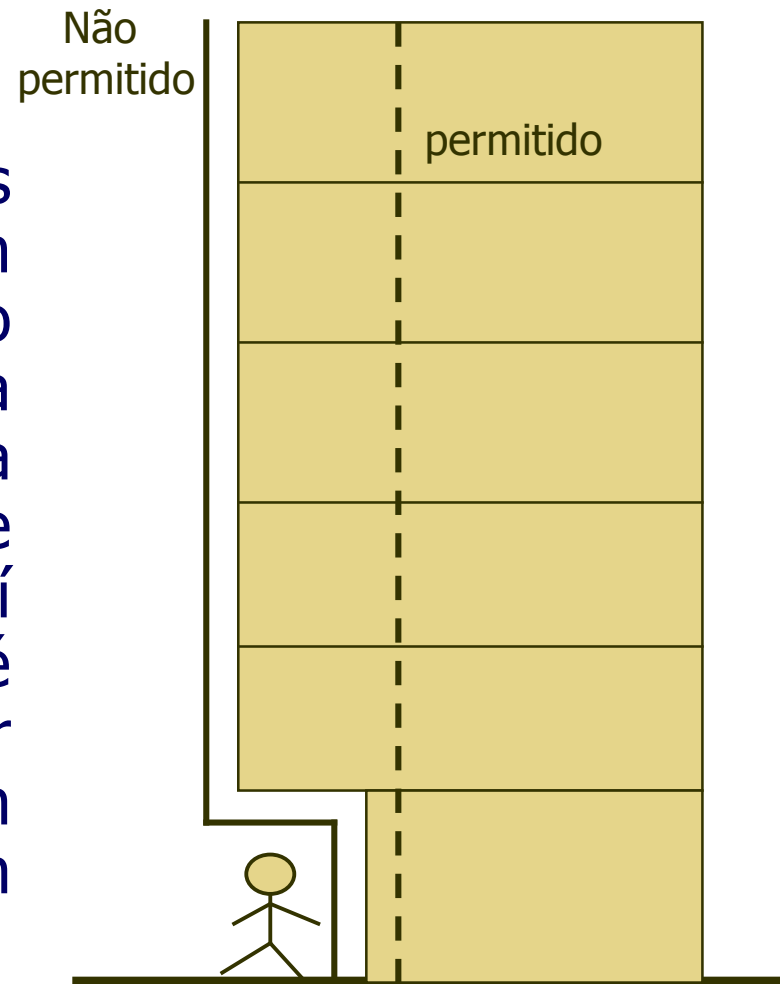
- **Condutor de descida**

- Tem a função de conduzir o raio desde o captor até o sistema de aterramento. Esta condução deverá ser feita de modo a não causar dano na estrutura protegida, manter os potenciais abaixo do nível de segurança e não produzir faiscamentos laterais com estruturas metálicas vizinhas.
- Deve ser contínuo. Se não for possível, usar emendas metalizadas. Estas emendas devem ter seção maior ou igual ao cabo de descida.
- Os condutores de descida devem ser instalados nos cantos principais da edificação e ao longo das fachadas, de acordo com o nível de proteção.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Componentes do sistema tipo Franklin

- **Condutor de descida**
  - No caso de edifícios com os andares superiores em balanço, não é permitido que o condutor de descida contorne o balanço. Poderia por em risco a segurança de uma pessoa que aí estivesse. Neste caso é obrigatório que o condutor de descida passe por um local protegido como um poço interno, por exemplo.



# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Componentes do sistema tipo Franklin

- **A armadura de concreto como condutor de descida**
  - As armaduras de concreto armado podem ser consideradas condutores de descida naturais, desde que:
    - Cerca de 50% dos cruzamentos de barras da armadura, incluindo os estribos, estejam firmemente amarrados com arame de aço torcido e as barras na região de trespasse apresentem comprimento de sobreposição de no mínimo 20 diâmetros, igualmente amarrados com arame de aço torcido, ou soldadas, ou interligadas por conexão mecânica adequada.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Componentes do sistema tipo Franklin

- **Eletrodo de terra** – o condutor de descida é conectado na sua extremidade inferior a três ou mais eletrodos de terra, cujo valor da resistência de aterramento não deverá ser superior a 10 ohms, na pior época do ano (período seco) para instalações em geral e de 1 ohm para edificações destinadas a materiais explosivos ou facilmente inflamáveis.
- **A função do aterramento nos SPDA é dissipar no solo as correntes dos raios recebidas pelos captosres e conduzidas pelas descidas. Quando da dissipação devem ser satisfeitas as seguintes condições:**

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Aterramento

- Não devem surgir diferenças de potencial entre equipamentos ou partes de um mesmo equipamento;
- Não devem surgir no solo diferenças de potencial que causem tensões de passo perigosas às pessoas;
- Não devem surgir entre as partes metálicas e o solo diferenças de potencial que causem tensões de toque ou descarga laterais às pessoas.

**Para que estas condições sejam atendidas deve-se equalizar os referenciais de potencial das diferentes entradas (força e telefone, por exemplo) de modo que não surjam diferenças de potencial perigosas aos equipamentos.**

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Componentes do sistema tipo Franklin

- **Conexão de medição** – conexão desmontável destinada a permitir a medição da resistência de aterramento. Deve ser instalada a 2 m ou mais acima do nível do solo.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Tipos de SPDA

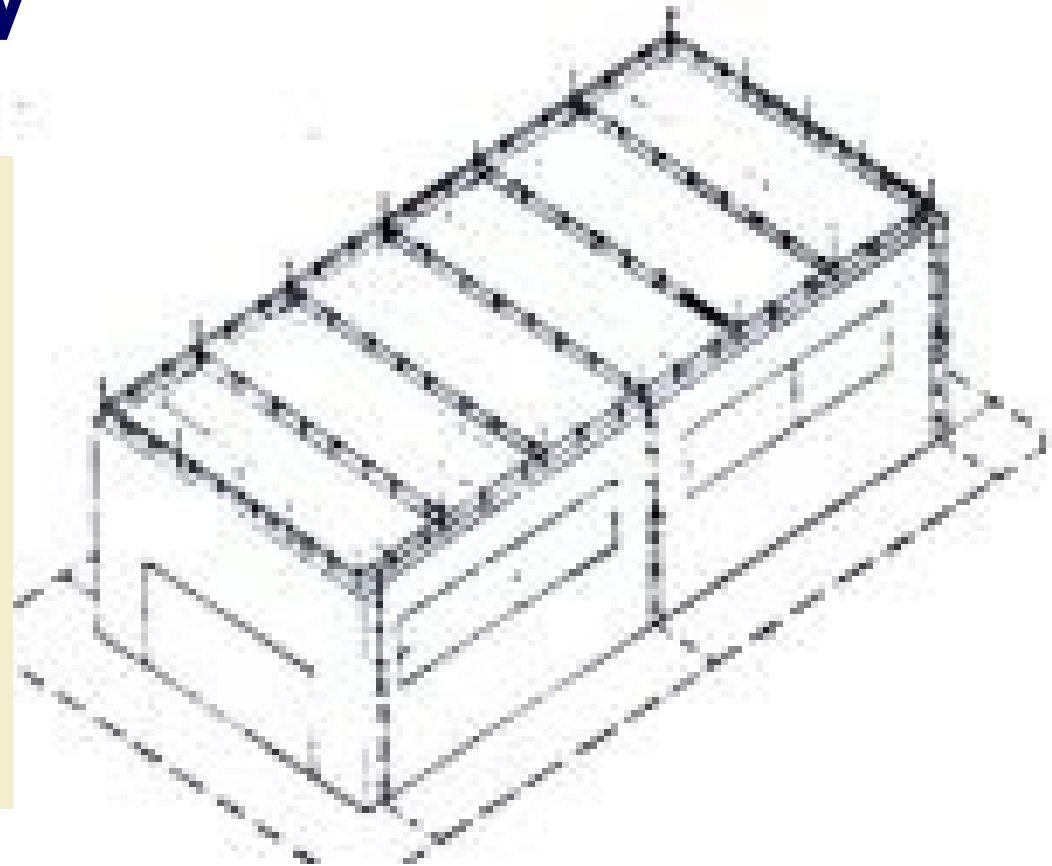
- **Gaiola de Faraday**
  - O princípio básico da proteção de Michael Faraday (1791-1867) é usar os condutores de captura em forma de anel.
  - É uma proteção eficiente e largamente adotada. Para melhorar a sua eficiência, pode ser usada em conjunto com a proteção tipo Franklin.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Tipos de SPDA

- **Gaiola de Faraday**

**É formada por um captor, cabos de cobre no formato de uma malha, suportes isoladores e tubos de proteção para os condutores de descida até o solo.**





# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Largura do módulo da malha da Gaiola de Faraday

Largura do módulo da malha	
Nível de proteção	Distância máxima dos espaçamentos
<b>I</b>	<b>5 m</b>
<b>II e III</b>	<b>10 m</b>
<b>IV</b>	<b>20 m</b>

- O módulo da malha deverá constituir um anel fechado, com o comprimento não superior ao dobro da sua largura.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Classificação de Estruturas (NBR 5419/2001)

Classificação da estrutura	Tipo de estrutura	Nível de proteção
Estruturas comuns	Residências	III
	Fazendas, estabelecimento agropecuários	III ou IV
	Teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas e igrejas	II
	Bancos, companhias de seguro, companhias comerciais e outros	II
	Hospitais, casa de repouso e prisões	II
	Indústrias	III
	Museus, locais arqueológicos	II
Estruturas com risco confinado	Estações de telecomunicação, usinas elétricas industriais	I
Estruturas com risco para os arredores	Refinarias, postos de combustível, fábricas de fogos, fábricas de munição	I
Estruturas com risco para o meio ambiente	Indústrias químicas, usinas nucleares, laboratórios bioquímicos	I

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Tipos de SPDA

### • **Pára-raios radioativo**

- Sua ação ativa é produzida pelos elementos radioativo que bombardeiam o ar, ionizando-o. Esta ação radioativa ocorre permanentemente durante toda a vida útil do pára-raios.
- É semelhante ao pára-raios de Franklin. No seu captor são colocados os elementos (material) radioativos.
- Inicialmente era utilizado o elemento radioativo Rádio-266 que emite partículas alfa (núcleos de Hélio), mas como existe sempre em equilíbrio com o Radônio-222, gás nobre e altamente difusível, foi abandonado por emitir radiações alfa e gama.
- Atualmente tem sido utilizado elementos sintéticos, como o transurânico Amerício 241, que praticamente não emite radiações gama.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Tipos de SPDA

- **Abolição do pára-raios radioativo no Brasil**

- A zona espacial de proteção não é muito maior que a do pára-raios tipo Franklin.
- Risco na armazenagem e manuseio durante a instalação .
- Risco no uso indiscriminado de pára-raios nos edifícios com alturas distintas.
- Vida útil do elemento radioativo (média de 450 anos), muito maior que a vida útil do edifício e dos elementos que compõem o pára-raio.
- Quando o pára-raios ficar velho e fora de uso, onde guardar a carcaça radioativa?

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Proteção de instalações especiais

- **Áreas esportivas**
  - As áreas esportivas, camping, piscinas, estádios etc. devem ser protegidas. A solução mais simples é a proteção por meio de terminais em mastros de bandeira, ou torre de holofotes ou reservatórios de água.
  - O número de terminais depende do caso específico (natureza, importância, área).

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Proteção de instalações especiais

- **Igrejas**
  - São muito sujeitas às descargas atmosféricas, por causa da sua altura e das massas metálicas (sino) existentes nas torres.
  - A torre do sino deve ser dotada de um captor, ao qual deve ser ligado à massa dos sinos, carrilhões ou relógios que existam.
  - Se no alto existirem estátuas ou cruz, também estas devem ter um captor; se forem metálicas, elas mesmas devem participar do sistema.

# Referências

- **NBR 5419/2001: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.**
- **VISACRO Filho, S. Descargas atmosféricas: uma abordagem de engenharia. São Paulo: Artiber Editora, 2005.**
- **KIDERMANN, G. Descargas atmosféricas: uma abordagem de engenharia. São Paulo: ABDR Editora, 1997.**
- **<http://www.pea.usp.br/ext/pea2402/spda.pdf>.**