



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.

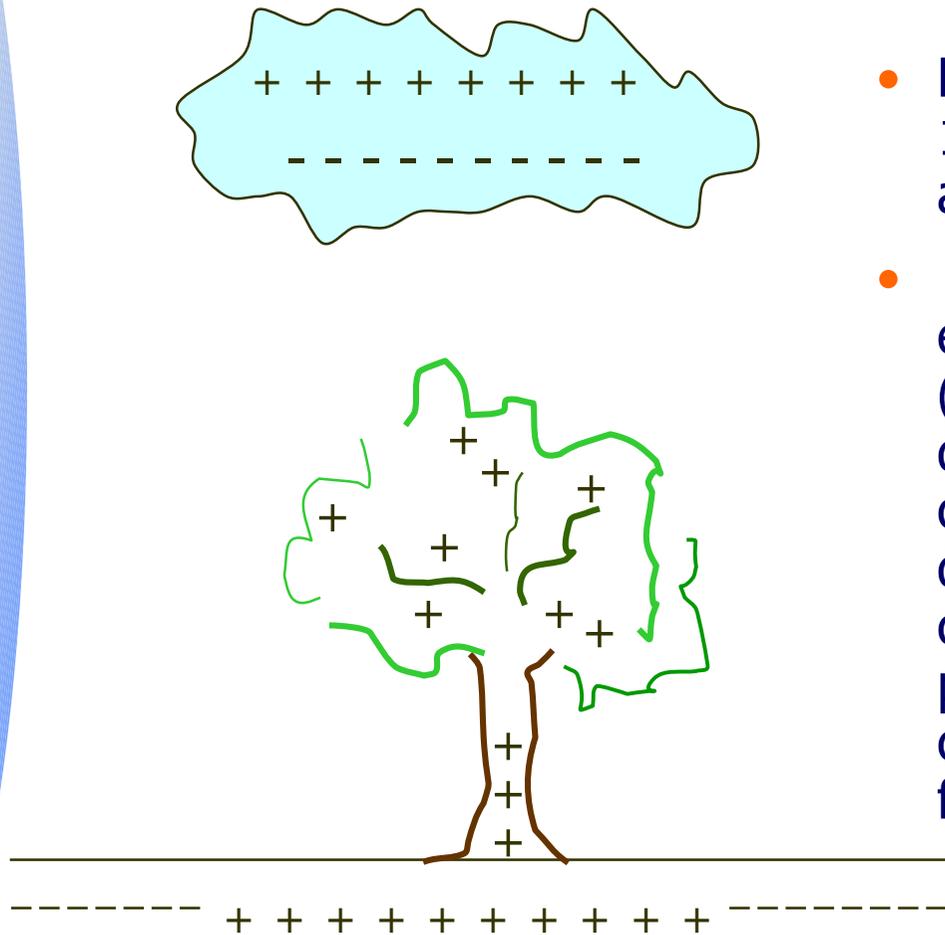
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

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 km².
- 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

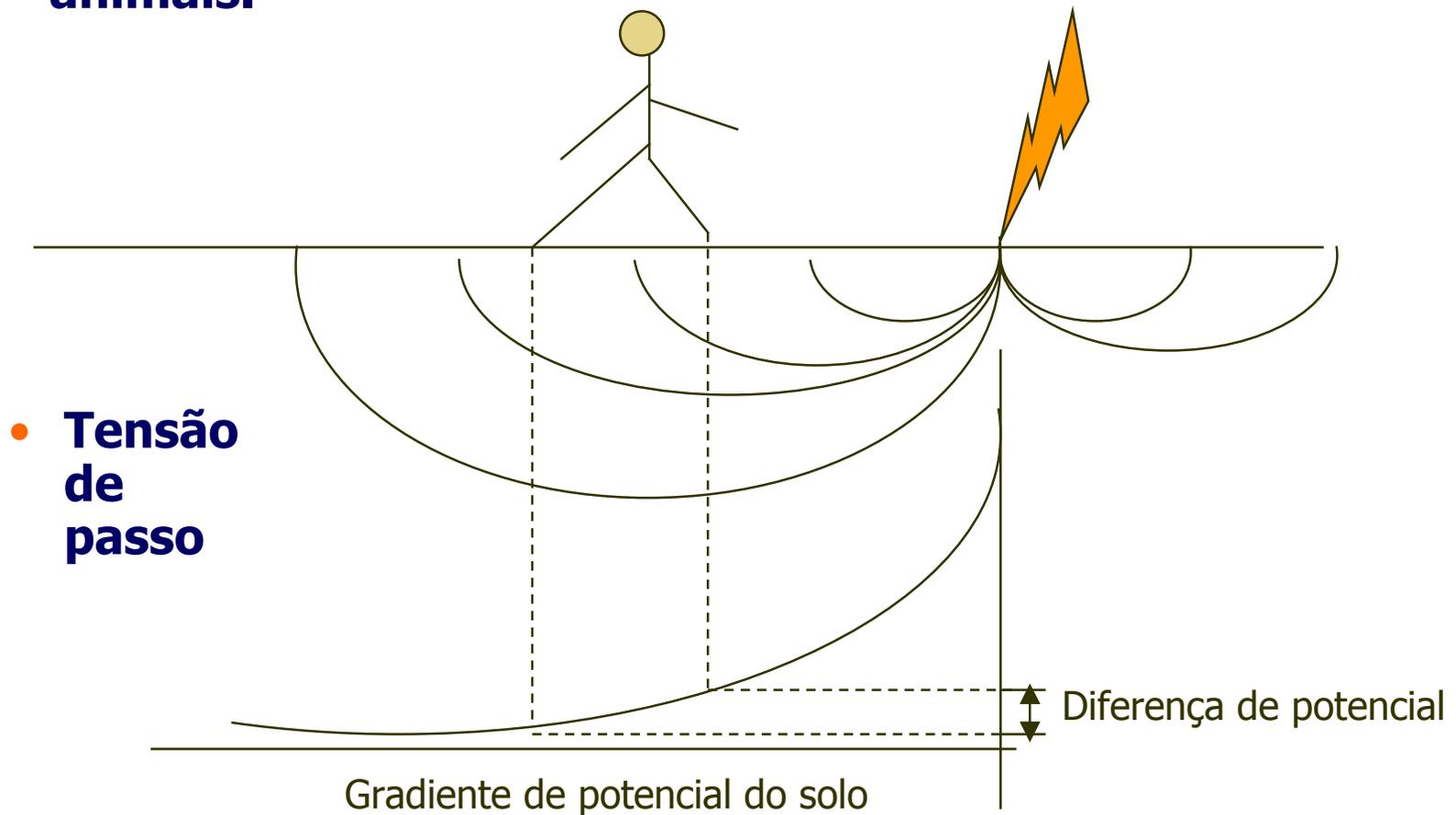
- Ocorre um raio quando a diferença de potencial entre a nuvem e a superfície da Terra ou entre duas nuvens é suficiente para ionizar o ar; os átomos do ar perdem alguns de seus elétrons e tem início a uma corrente elétrica (descarga).



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

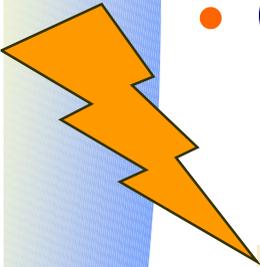
Pára-raios

- 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

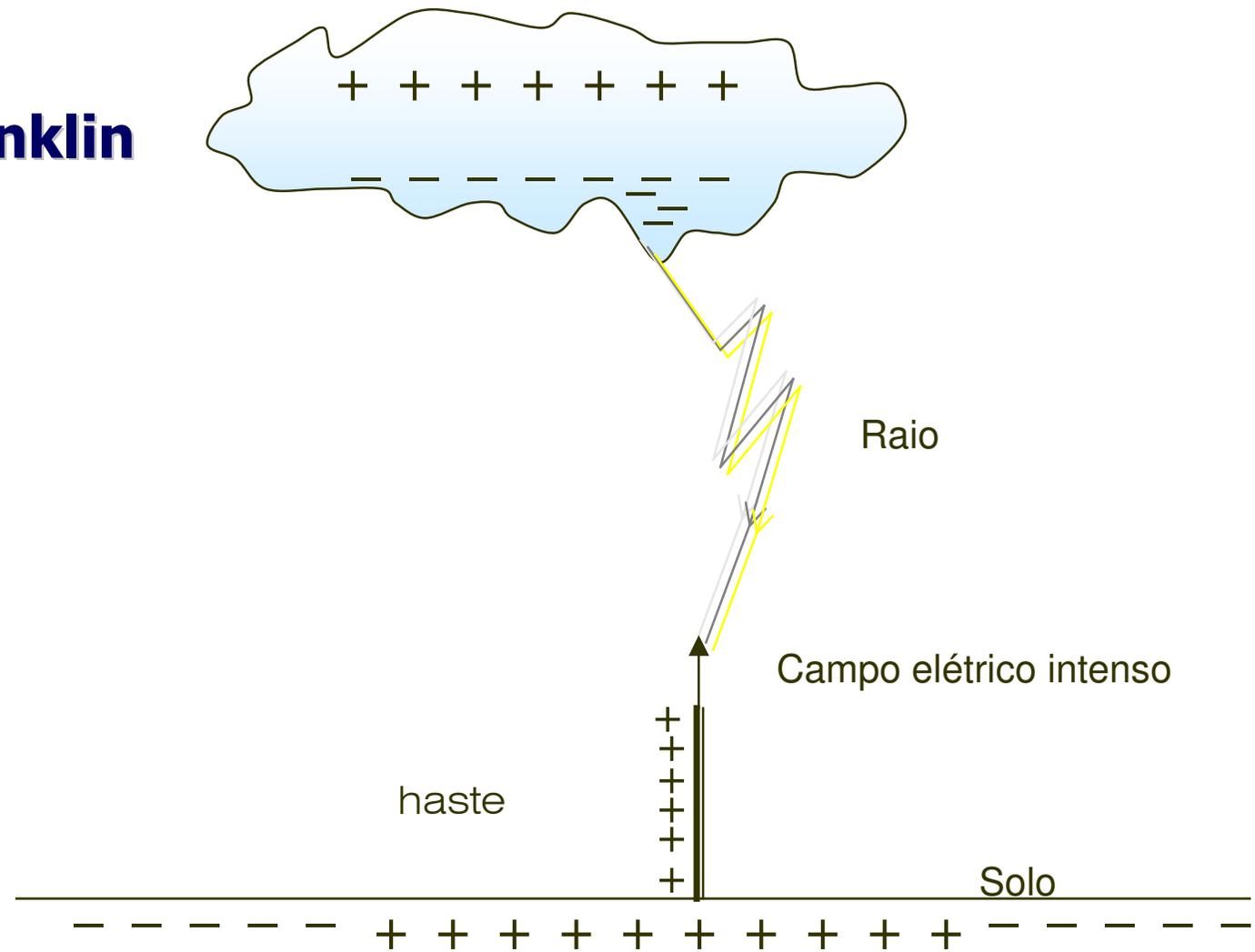
Tipos de SPDA

- **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**



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

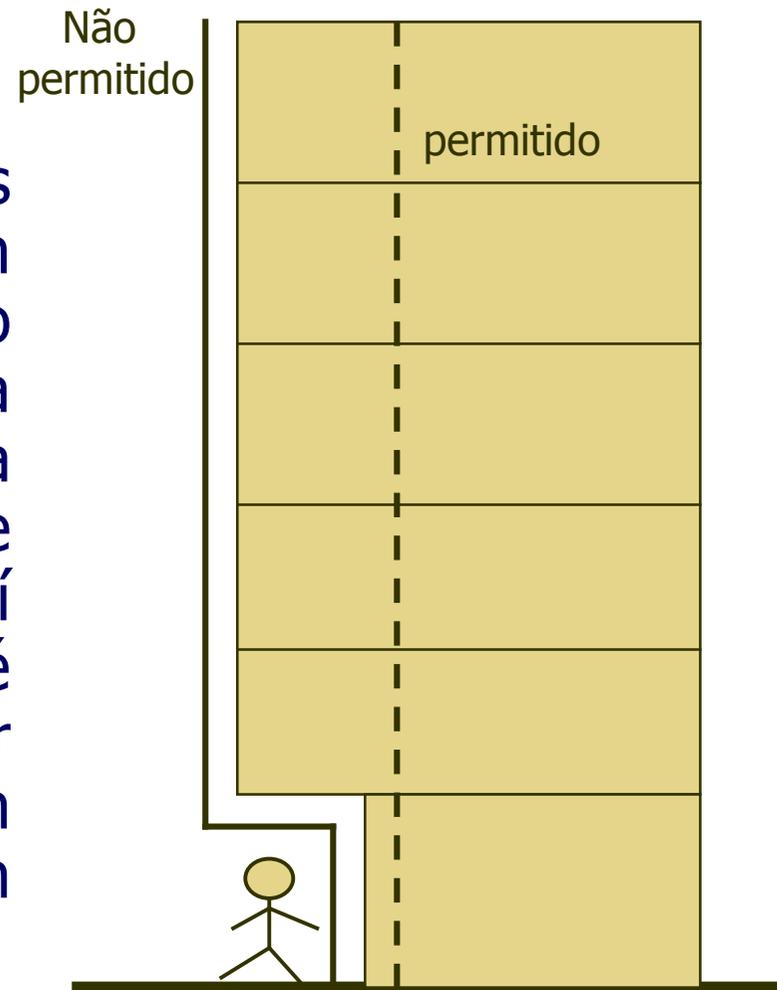
- **Condutor de descida**

- 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

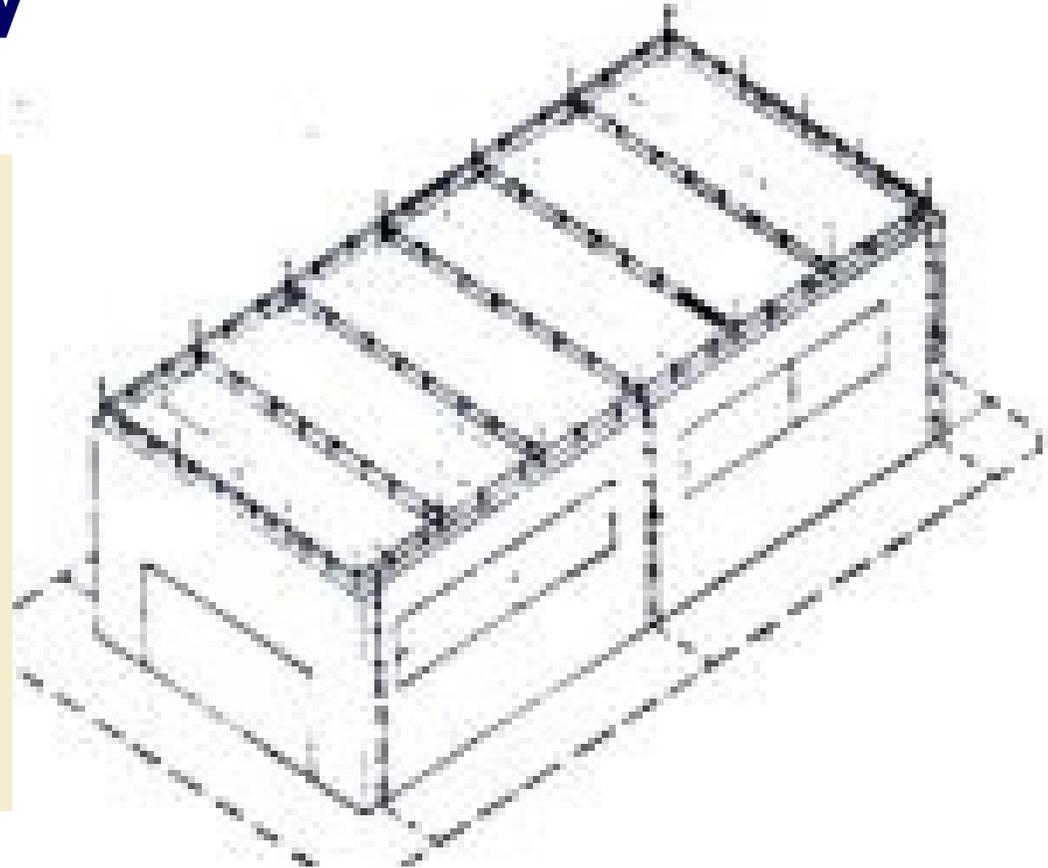
- **Gaiola de Faraday**
 - O princípio básico da proteção de Michael Faraday (1791-1867) é usar os condutores de captura em forma de anel.
 - É uma proteção eficiente e largamente adotada. Para melhorar a sua eficiência, pode ser usada em conjunto com a proteção tipo Franklin.

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
I	5 m
II e III	10 m
IV	20 m

- 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>.**