

"FINALIDADE DE UM SISTEMA DE ATERRAMENTO"

1. INTRODUÇÃO

É importante considerar, antes do projeto de construção de um sistema de aterramento, sua participação e integração na proteção da instalação elétrica. Neste capítulo descrevem-se os principais aspectos para a realização de um aterramento considerando sua finalidade, objetivos e configurações geométricas. Também são mencionados os principais aspectos para a proteção contra descargas atmosféricas.

2. O SERVIÇO ELÉTRICO

A empresa de distribuição de energia elétrica fornece o serviço até o ponto de conexão do medidor; do ponto para o interior, as instalações elétricas são de total responsabilidade do cliente.

2.1 AS ENTRADAS PARA O SERVIÇO ELÉTRICO

Quando partem de uma rede subterrânea de baixa tensão em 127 ou 220 ou 380 V (Figura 1.1), os condutores ingressam na caixa do medidor por baixo, por meio de eletrodutos enterrados; tal instalação deve estar protegida contra os derramamentos de água e a ação dos roedores.

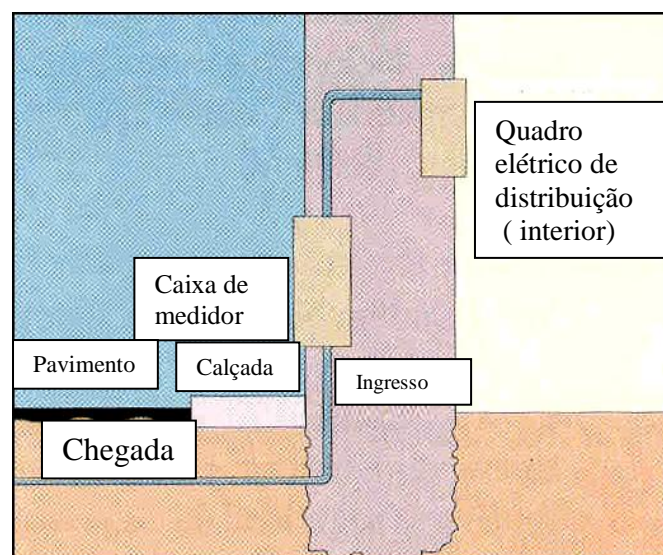


Figura 1.1 Entrada subterrânea.

Quando partem de uma rede aérea de baixa tensão em 127 ou 220 ou 380 V (Figura 1.2), os condutores entram na caixa do medidor por cima, através de um eletroduto moldado em forma curva para evitar o ingresso de água pela gravidade.

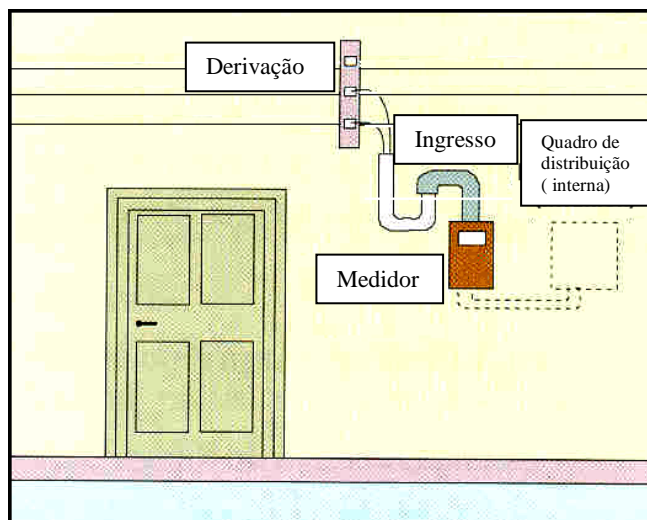


Figura 1.2 Entrada aérea.

A preservação com relação à umidade e a água, bem como de qualquer dano nas entradas do serviço elétrico, resulta ser indispensável para evitar a eletrização da caixa do medidor e os toques diretos.

2.2 AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INTERNAS

Os alimentadores principais chegam ao quadro de distribuição provenientes do medidor e daí distribuem-se a partir dos disjuntores em diferentes circuitos; normalmente saem do quadro três condutores para iluminação, tomadas e cargas especiais (dois condutores vivos e um para conexão à terra) (Figura 1.3).

As instalações interiores que não apresentam tal configuração são irregulares e perigosas porque podem propiciar danos à saúde ou a morte das pessoas que fizerem contato elétrico acidental.

3. FINALIDADE DO ATERRAMENTO

Para que um sistema de energia elétrica opere corretamente com uma apropriada continuidade de serviço, com um comportamento confiável dos sistemas de proteção e para garantir os níveis de segurança pessoal, é necessário que o sistema elétrico em seu conjunto possua um sistema de aterramento conforme mostrado na seguinte figura:

É importante destacar que as instalações elétricas darão serviço a uma extensa variedade de aparelhos elétricos e eletrônicos, quer sejam fixos ou móveis, com carcaças metálicas e não metálicas, susceptíveis à deterioração do ponto de vista elétrico; por conseguinte, é fundamental a proteção contra as falhas devido à deterioração da isolamento.

4. OBJETIVOS DE UMA CONEXÃO À TERRA

A seguir mencionam-se os objetivos de uma conexão à terra:

- Conduzir à terra todas as correntes anormais que se originam nos equipamentos elétricos com carcaças energizadas.
- Evitar que apareçam tensões perigosas para a vida humana nas carcaças metálicas dos equipamentos elétricos.
- Permitir que a proteção do circuito elétrico atue imediatamente após a falha.
- Para limitar as tensões devidas a raios e contatos indiretos por falha de isolamento.
- Manter estável a tensão durante operações normais (manobras).
- Facilitar a operação dos interruptores especializados do circuito (por exemplo: interruptor diferencial).

Para conseguir que o aterramento de proteção cumpra com os objetivos previstos, é necessário estabelecer um meio através do qual seja possível entrar em contato com o terreno, propiciando um caminho de baixa impedância com menor custo, de tal forma que permita uma operação correta dos equipamentos de proteção, mantendo os potenciais referenciais em um nível adequado.

Outra função que cabe à conexão à terra é dispersar rapidamente as elevadas correntes, evitando sobretensões internas e externas.

Para tanto, é necessário que a trajetória do aterramento tenha as seguintes características:

- Intencionalmente realizada.
- Permanente.
- Contínua.
- Ampla capacidade para conduzir de forma segura qualquer corrente de falta.

- Uma trajetória de baixa impedância.

Enquanto a impedância deve ser mantida a um valor baixo por três razões:

- Limitar a tensão à terra.
- Facilitar a operação dos dispositivos de proteção.
- Conduzir à terra, correntes indesejáveis que causam ruídos, bem como correntes estáticas e de fuga.

5. CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA DOS ATERRAMENTOS

Um fator importante em um sistema de aterramento são os eletrodos e sua configuração geométrica em que estes são dispostos no terreno. A seguir descrevem-se as configurações mais utilizadas.

5.1 ELETRODO VERTICAL (BARRAS)

É a forma mais comum de utilizar os eletrodos para os padrões de entrada em baixa tensão das concessionárias nas instalações residenciais e comerciais, pois o seu custo de instalação é relativamente baixo.

É importante destacar que esse tipo de eletrodo de aterramento não é permitido pela norma ABNT NBR 5410:2004 como único eletrodo da instalação interna de baixa tensão. No entanto, ele pode ser usado como complemento dos eletrodos em forma de anel, malha e outros permitidos pela norma.

Conforme a norma ABNT NBR 5419:2009, o eletrodo vertical pode ser utilizado como eletrodo de aterramento nos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).

Estes eletrodos estão disponíveis em diversos tamanhos, comprimentos, diâmetros e materiais. Um tipo de eletrodo bastante difundido é o copperweld (aço com cobertura de cobre).

Em condições de solo agressivo, por exemplo, quando há alto conteúdo de sal, podem-se usar barras de cobre sólido.

Recomenda-se que o conector seja de liga com uma boa porcentagem de cobre, para reduzir os efeitos da corrosão por ação galvânica.

As barras de cobre estão disponíveis em comprimentos padrão de 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 metros, em diâmetros de 13 a 19 mm.

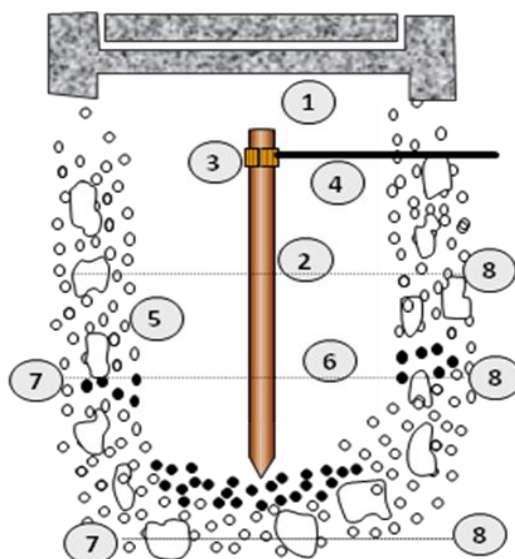


Figura 1.5 Eletrodo vertical.

- 1.- Tampa de acesso.
- 2.- Eletrodo principal.
- 3.- Conector .
- 4.- Condutor de aterramento.
- 5.- Poço vertical.
- 6.- Enchimento com condutor tratado (sem sais e com aditivos).
- 7.- Leitos de reserva do terreno.
- 8.- Níveis de impregnação.

5.2 ELETRODO HORIZONTAL

Aplicam-se esporadicamente, geralmente quando o subsolo é rochoso, podendo-se obter resistências de dispersão entre 5 e 40 Ω . Usam barras de cobre que no mercado se encontram a partir de 3 metros de comprimento com secções diferentes; a mais adequada será de 3x4 mm.

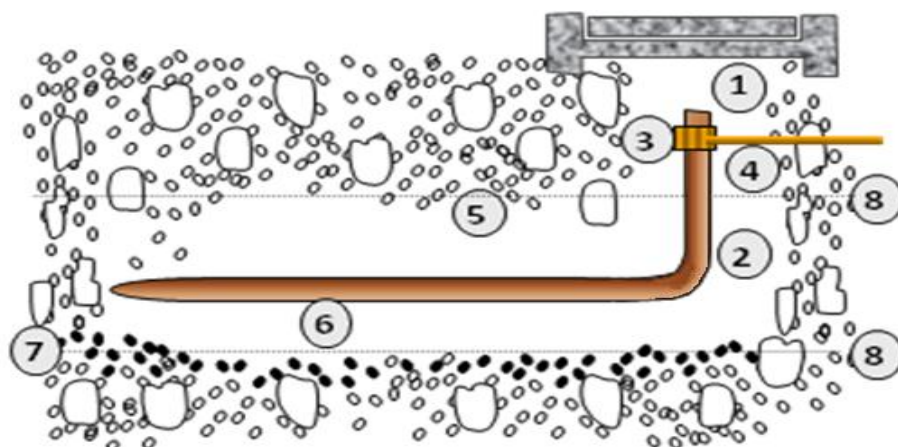


Figura 1.6 Eletrodo horizontal.

- 1.- Tampa de acesso.
- 2.- Eletrodo principal.
- 3.- Conector.
- 4.- Condutor de aterramento.
- 5.- Valeta horizontal.
- 6.- Enchimento de condutor tratado (sem sais e com aditivo).
- 7.- Leitos de reserva do terreno.
- 8.- Níveis de impregnação.

5.3 MALHA DE ATERRAMENTO

É um reticulado normalmente formado pela união de condutores de cobre dispostos horizontalmente, configurados de forma perpendicular e uniformemente espaçados. Em certos casos incluem-se condutores verticais (barras) nos extremos.

Esta configuração utiliza-se especialmente quando o objetivo principal do aterramento é manter um controle de potenciais na superfície do terreno, com um baixo valor de resistência.

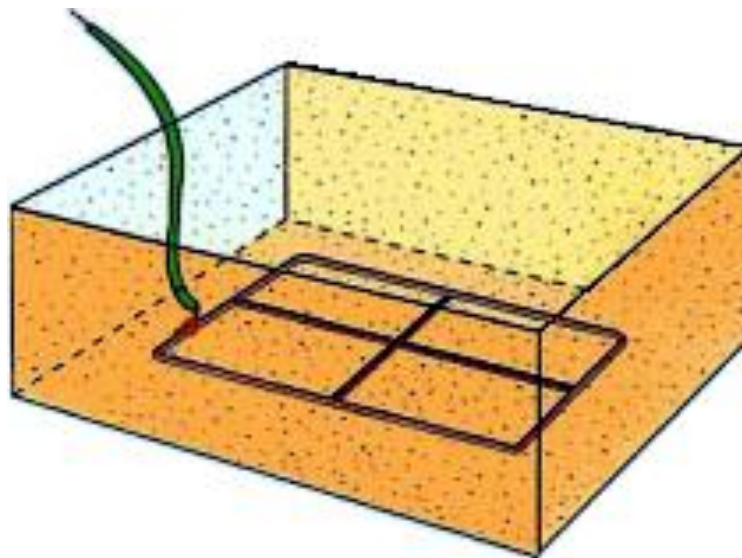


Figura 1.7 Malha de aterramento.

5.4 ELETRODO ENCAPSULADO EM CONCRETO

Esta configuração utiliza o concreto em contato com o solo e um meio condutor com baixa resistividade que é muito melhor que o solo propriamente dito. Desta forma, a utilização da própria ferragem da

armação da edificação, colocados no interior do concreto, representa uma solução imediata e de bom resultado. Somente a ferragem da periferia da edificação é efetiva, sendo muito pequena a contribuição da estrutura interna.

Este é o tipo de eletrodo de aterramento preferencial de acordo com a norma ABNT NBR 5410:2004.

Qualquer que seja o tipo de cimento, deve-se assegurar a interconexão entre os ferros das diversas sapatas, formando assim um anel. Esta interconexão pode ser feita com o próprio ferro da estrutura embutido em concreto ou por meio de cabos de cobre.

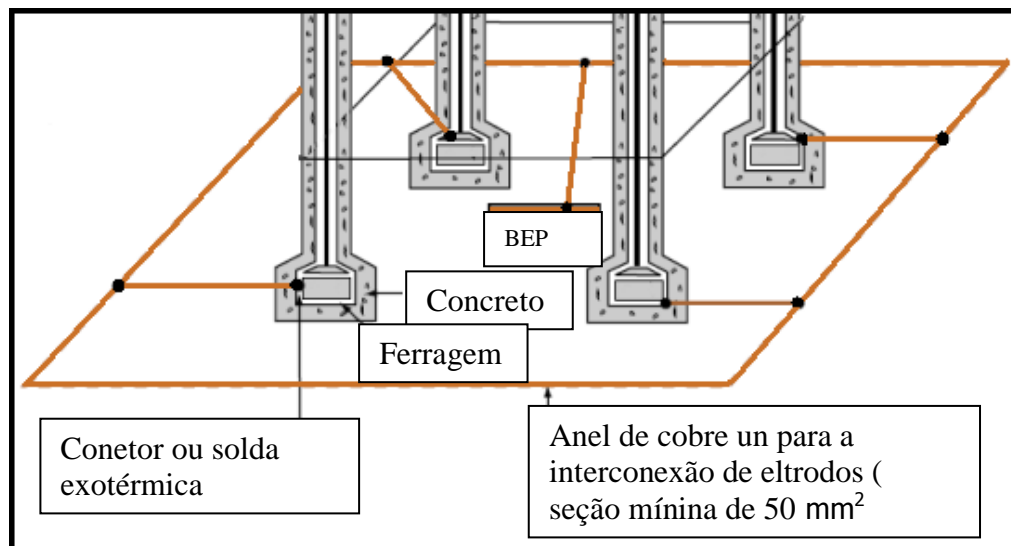


Figura 1.8 Eletrodo encapsulado em concreto.

Neste sistema de eletrodo recomenda-se que seja executado um anel envolvendo a ferragem da periferia da edificação, conforme a figura 1.8. Este anel pode ser realizado com os próprios ferros encapsulados em concreto ou com a utilização de um cabo de cobre nu de seção mínima de 50 mm², enterrado e ligado por meio de conectores apropriados ou com soldas exotérmicas aos ferros do cimento. Em um ponto deste cabo de cobre, deriva-se outro cabo (condutor de aterramento), que será conectado ao barramento de equipotencialização principal (BEP) da instalação.

6. PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

O principal propósito de uma proteção contra raios é blindar um edifício, seus ocupantes e equipamento dos efeitos adversos associados a uma descarga de raio. Estes efeitos poderiam provocar incêndio, dano estrutural e interferência eletromagnética, chegando a colocar em perigo as pessoas e equipamentos. Para obter uma boa proteção, o sistema deve "capturar" o raio, conduzi-lo de forma segura para baixo e logo dispersar a energia no terreno.

7. COMPONENTES DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA

Os materiais utilizados são geralmente cobre de alta pureza ou alumínio (99% de pureza) de um grau similar ao empregado para condutores elétricos. O sistema de proteção contra descargas atmosféricas deve ser projetado para proporcionar uma impedância suficientemente baixa, de modo que a energia da descarga siga a rota oferecida.

Os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas consistem nas seguintes partes básicas para proporcionar a baixa impedância requerida:

1. Terminações aéreas (hastes para-raios), localizadas sobre o teto e outras partes elevadas.
2. Eletrodo de aterramento.
3. Sistema de condutores de descida que se conectam aos eletrodo de aterramento.

7.1 TERMINAÇÕES AÉREAS

Estas consistem em hastes verticais e/ou uma malha de condutores no teto e bordas superiores da estrutura. O material mais comumente utilizado é o cobre. As hastes tradicionalmente eram pontiagudas, mas os desenhos modernos normalmente têm, agora, uma ponta arredondada. As hastes, se utilizadas, estarão localizadas perto daquelas posições onde é mais provável o impacto, ou seja, pontas de teto, cantos de edifícios, etc.

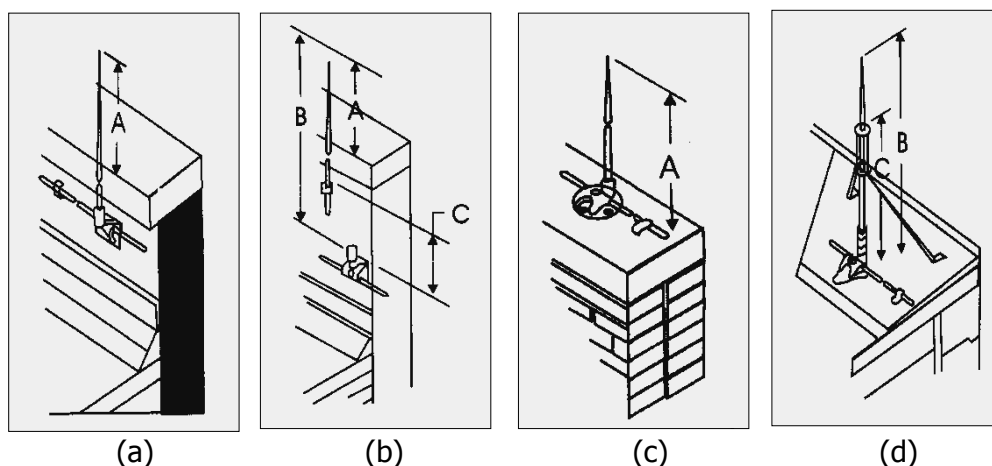


Figura 1.9 Tipos de terminações aéreas

A: 254 mm (10").

B: a terminação aérea maior de 600 mm deve ser suportada.

C: o para-raios não deve estar localizado em um ponto inferior à metade da sua altura.

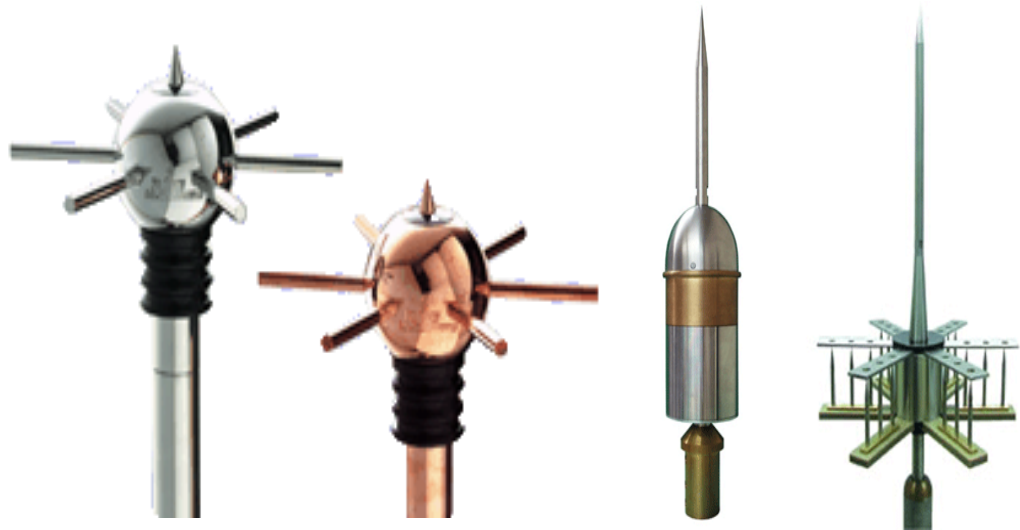


Figura. 1.10 Tipos de terminações aéreas.

7.2 ELETRODO DE ATERRAMENTO

Este pode consistir de um anel de cobre enterrado que rodeia a estrutura e/ou barras de aterramento verticais. A impedância máxima recomendada do eletrodo de aterramento é de 10Ω . O alumínio não é permitido para uso enterrado. Cada condutor de descida deve ter seu próprio eletrodo de aterramento e estes normalmente estão conectados entre si para formar um anel, com eletrodos horizontais usados para interconetá-los e ajudar a reduzir a impedância global.

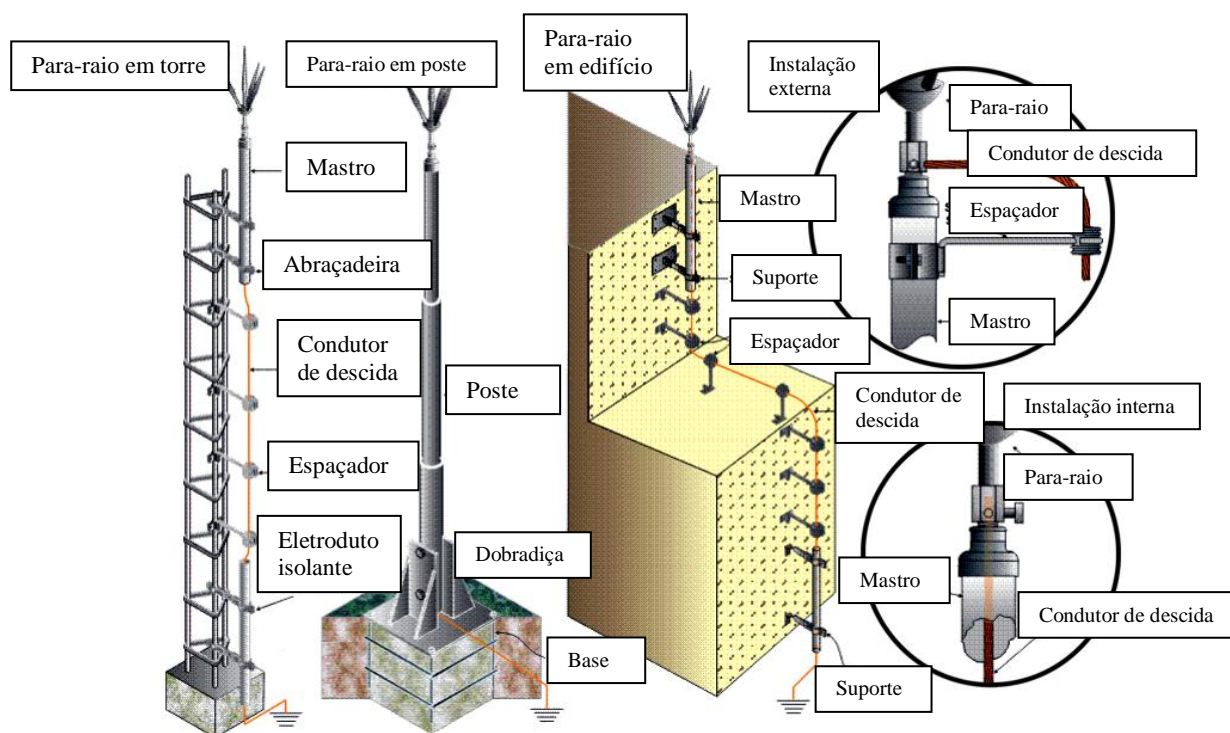


Figura 1.11 Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas.

7.3 CONDUTORES DE DESCIDA E DE ATERRAMENTO

É necessário que estes condutores proporcionem uma trajetória de baixa impedância, de modo que minimizem diferenças de potencial e as correntes induzidas.

Requer-se que os condutores de descida sejam tão curtos e diretos quanto for possível, com mudanças de direção graduais em vez de ser em ângulo reto. Devem possuir uma construção robusta e serem fixados de forma segura com a finalidade de suportar as forças mecânicas significativas que acontecem durante a descarga.

Para este caso, considera-se que o cobre é mais resistente à corrosão em áreas com conteúdo de sal, ar úmido, perto de concreto, e onde há contaminação ambiental.

IMPORTANTE: Consulte a NBR 5419 para o desenvolvimento dos seus projetos de proteção contra descargas atmosféricas.

[illegible]