

## **NBR-16785: Proteção contra descargas atmosféricas - Sistemas de alerta de tempestades elétricas**

### **Anexo G Procedimentos de segurança para a redução de risco fora da estrutura**

Este documento é uma adaptação didática resumida do anexo G da NBR-16785, focado em modelos de conduta e informações que orientam ações com a finalidade de reduzir os riscos causados pelas descargas atmosféricas em áreas abertas.

Não existem meios para evitar descargas atmosféricas. Entretanto, seguindo algumas regras elementares, as pessoas podem se proteger contra os seus efeitos danosos.

#### **Descargas atmosféricas**

Caracterizada por altíssima energia atuando em milissegundos. Conseqüentemente teremos vários efeitos: fios condutores finos fundem e objetos são aquecidos tão fortemente que podem incendiar ou explodir. Se a corrente da descarga atmosférica encontrar um caminho na estrutura contendo umidade, como paredes úmidas, vigas, coberturas ou árvores, este caminho pode explodir de repente. As correntes das descargas atmosféricas podem penetrar nas estruturas pelas linhas de energia e de sinal (cabo da TV por exemplo), danificando equipamentos elétricos e eletrônicos e ocasionando choque elétrico e possíveis ferimentos.



*Figura 1 - Imagem destruição por raio*

Em áreas abertas, pessoas estão suscetíveis a descargas diretas (principalmente quando estão em pé), a descargas laterais, descargas induzidas, tensões de toque e de passo.

Descargas atmosféricas diretas: Ser atingido por descargas diretas (ver Figura 2) é a ameaça mais perigosa no que se refere às descargas atmosféricas. A corrente da descarga atmosférica flui pela pessoa e causa inconsciência, queimaduras internas e externas, apneia, parada cardíaca ou paralisia.

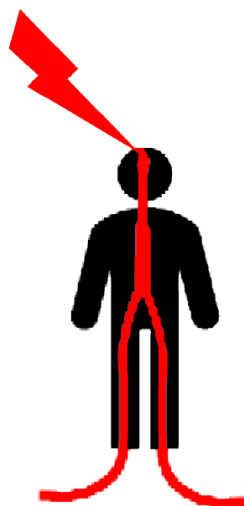


Figura 2 - Descarga Direta

Recomenda-se que estruturas desprotegidas não sejam utilizadas como abrigos, especialmente pequenas estruturas isoladas como parada de ônibus, pequenas marquises ou pequenas construções (quiosques, celeiros, depósitos, cabanas). Estruturas com coberturas metálicas e suportes não metálicos podem acentuar os efeitos de uma descarga atmosférica.

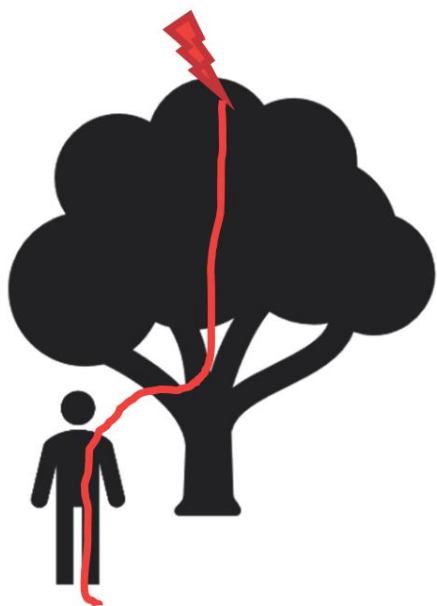


Figura 3 - Descarga Lateral

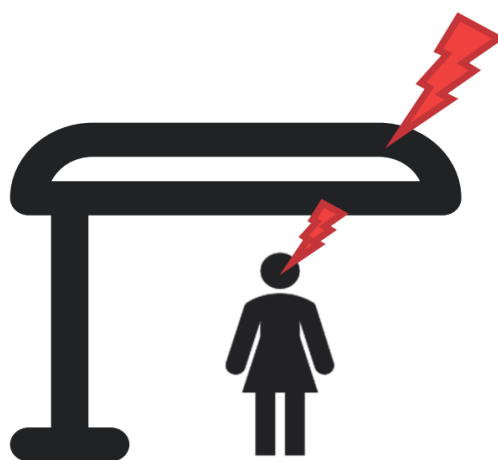
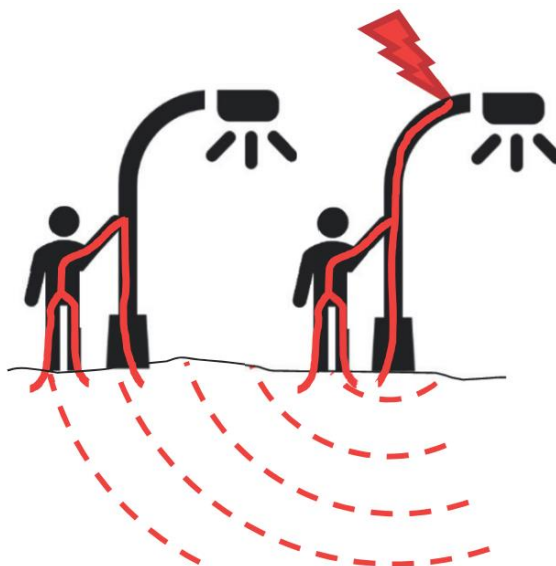


Figura 4 - Centelhamento em estruturas metálicas não adequadas à proteção

Tensões de toque ou contato: Estruturas metálicas não somente representam uma ameaça devido ao arco resultante de uma tensão induzida, mas também devido a tensões de toque ou contato. Para reduzir o risco de choque elétrico devido a tensões de toque, é recomendável ficar distante de potenciais condutores de corrente de descargas atmosféricas quando a tempestade estiver nas vizinhanças. Eletrização por tensões de toque (ou tensões de contato) ocorrem quando pessoas, com os pés em contato com uma superfície suficientemente condutiva e aterrada, tocam uma estrutura condutora que possa estar em um potencial elétrico diferente devido a uma descarga atmosférica (ver Figura 5).



5) Eletrização por tensão de toque

Tensão de passo: Quando descargas atmosféricas atingem o solo, a corrente da descarga espalha-se pelas diversas camadas do solo. Um grande aumento do potencial ocorre no ponto de impacto. Tensões de passo podem surgir perto deste ponto. Entretanto, quando a descarga atinge edificações, estruturas ou árvores, a corrente da descarga flui para a terra pelos dispositivos de aterramento das edificações ou estruturas, ou pelas raízes das árvores, e produzem altos potenciais perigosos no solo. Seres humanos podem sofrer tensões de passo perigosas perto de edificações, estruturas ou árvores.

Pessoas podem sofrer tensões de passo quando estiverem paradas com os pés afastados ou caminhando (ver Figura G.6) e quando a descarga atmosférica atingir as vizinhanças. Esta situação é mais perigosa se a resistividade do solo for maior, a distância até o ponto de impacto for menor e/ou a distância entre os dois pés for maior.

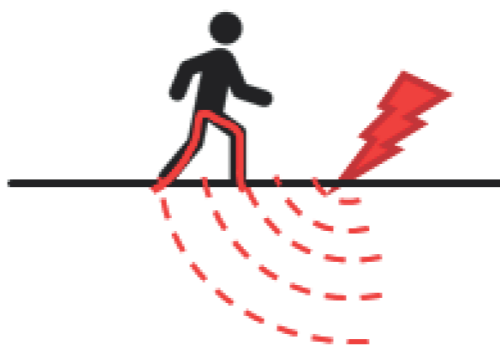


Figura 6 – Caminho da corrente pelo corpo devido à tensão de passo

## **Ferimentos possíveis**

Os efeitos fisiológicos variam desde a morte quase instantânea (parada cardíaca completa) a queimaduras e danos em órgãos ou partes do corpo como coração, cérebro, sistema respiratório, sistema musculoesquelético, olhos e ouvidos.

A maior parte da corrente flui pela superfície do corpo e não pelo interior. Por isso muitas pessoas sobrevivem após atingidas por raio. A pele ionizada e roupas molhadas representam um caminho preferencial para a descarga elétrica, a qual percorre o corpo sob as roupas, evitando que a corrente total da descarga atmosférica passe pelo próprio corpo. Roupas podem se danificar sob a violenta onda de pressão gerada. Mesmo sapatos podem ser arremessados a grandes distâncias.

Geralmente este choque térmico é tão curto que apenas queimaduras superficiais podem ocorrer, mas os objetos metálicos (por exemplo, colares, relógios) podem atingir altas temperaturas (pelo menos superficialmente), levando a queimaduras mais profundas.

As queimaduras mais profundas ocorrem perto dos pontos de entrada e saída no corpo, correspondente à passagem rápida da descarga elétrica. A corrente da descarga atmosférica também queima o cabelo.

Lesões causadas por descargas atmosféricas podem ser geralmente agrupadas em três classes de gravidade:

**LEVE:** A pessoa levemente ferida fica apenas atordoada pela descarga atmosférica, acordada embora confusa e com esquecimento do evento. A recuperação pode ser gradual, mas ela pode queixar-se de formigamento e dor muscular com duração de vários meses.

**MODERADA:** O paciente pode ficar desorientado com paralisia das extremidades durando várias horas. A hipotensão arterial, lesão da membrana timpânica, queimaduras (de primeiro e segundo grau) são comuns. Embora ele tenha probabilidade de sobreviver, ele pode ter sequelas permanentes (como distúrbios de sono, alterações de personalidade, dificuldade com algumas funções mentais).

**GRAVE:** A vítima pode experimentar uma parada cardíaca. Ventilação e reanimação cardíaca podem ser bem-sucedidas. Danos cerebrais diretos podem ocorrer; traumas bruscos, fratura de crânio e lesões intracranianas são comuns. A recuperação é geralmente difícil neste caso, se uma equipe médica não estiver presente com rapidez suficiente.

## **Como ajudar pessoas feridas por raios**

Sempre acionar serviços de emergência imediatamente para obtenção de ajuda médica, visto que primeiros socorros podem salvar vidas. Primeiros socorros devem ser executados por pessoa habilitada e com treinamento específico, preparando a pessoa para ser transportada para o hospital para avaliação e tratamento. A reanimação cardiopulmonar pode ser necessária quando a vítima não respirar.



## **Como agir na presença de uma tempestade**

### **Como detectar um risco de descarga atmosférica**

Um sistema de detecção de raios composto por estação meteorológica e sensor de campo elétrico conforme especificação da NBR-16785 é a forma mais segura e eficiente de antecipar ações preventivas de evacuação antes da incidência do raio na área alvo delimitada. A MONTAL disponibiliza estes sistemas para venda e locação.

Pode-se, de maneira bem simples, e pouco eficaz, avaliar o risco para a sua atividade, observando a aproximação das nuvens de tempestade elétrica, visualizando o raio e ouvindo o trovão. A distância real de uma tempestade pode ser grosseiramente estimada: o número de segundos entre o relâmpago (clarão da descarga atmosférica) e o trovão dividido por três fornece a distância em quilômetros. Existem aplicativos de celular que calculam a distância do raio se valendo deste método.



*Figura 7 – Sistema de Detecção de Raios*

### **Como encontrar locais seguros**

O local mais seguro para procurar abrigo é o interior de edifícios equipados com proteção contra descargas atmosféricas (PDA), conforme a série ABNT NBR 5419. Em casas sem proteção contra descargas atmosféricas (ver a Figura G.8), recomenda-se fechar as portas e janelas para evitar deslocamento de ar, manter distância de portas, janelas, varandas ou sacadas, outras aberturas e partes metálicas de coifas e chaminés, e não utilizar água onde a estrutura for equipada com tubulações metálicas.

Não utilizar telefones celulares conectados à rede elétrica pelo carregador. Não faça chamadas de um telefone com fios. Manter-se afastado de linhas elétricas de energia, linhas de sinais, tubulações metálicas de água e gás e chaminés metálicas, assim como de equipamentos eletrodomésticos (por exemplo, exaustores, máquinas e lavar louça e aquecedores elétricos). Não usar o chuveiro ou banheira durante uma tempestade.

Para pequenos celeiros, quiosques, cabanas de madeira ou pedra, sem PDA, onde a locomoção imediata para local protegido não seja possível, procurar ficar no centro da sala ou da edificação aberta, com os pés juntos ou mesmo na posição de cócoras.

Para proteger os dispositivos elétricos, TV, antenas ou cabos de sinais (mesmo quando estes cabos são subterrâneos), a opção preferida é a instalação de dispositivos de proteção contra surtos (DPS) nos quadros da instalação. Recomenda-se que um conjunto de DPS seja instalado nas entradas de cada linha de energia e de sinal. Quando isso não é fornecido, recomenda-se desconectar estes dispositivos das tomadas, tanto para energia como para sinal (ver Figura 8).

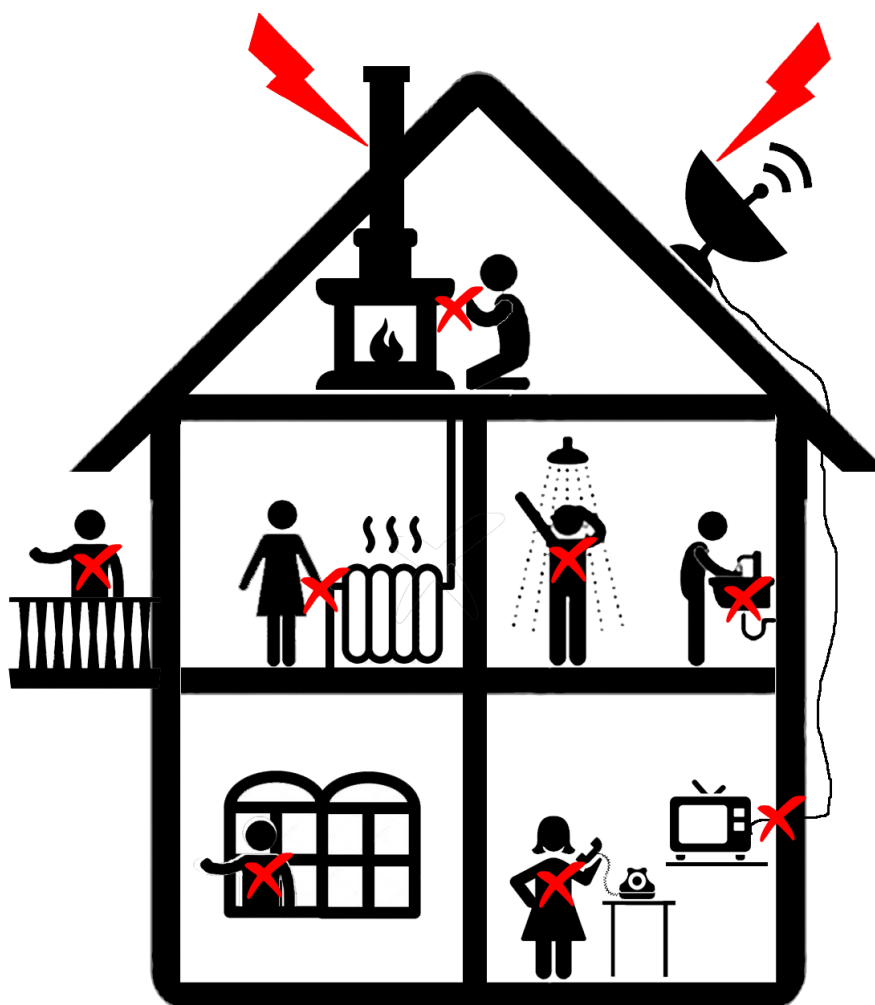


Figura 8 – Como evitar descargas dentro de uma residência

## **O que fazer em áreas abertas**

Embora exista maior probabilidade de incidência de raios atingirem objetos altos, como árvores ou postes, eles podem atingir qualquer lugar. Quando a possibilidade de uma tempestade for grande, recomenda-se que as seguintes precauções sejam tomadas:

- a) Evitar escalar montanhas. Não andar perto de rios e, mais importante, não nadar durante uma tempestade. Evitar passeios a cavalo, de bicicleta ou de moto, carros conversíveis ou outro transporte aberto e equipamentos agrícolas sem cobertura.
- b) Não usar barcos à vela (a não ser os devidamente protegidos contra raios), tendas, transportes abertos ou com janelas abertas.
- c) Em áreas rurais, sair rapidamente de pontos elevados e não ficar em grupos. Em áreas urbanas, entrar em uma loja ou edifício, fechados, onde estará melhor protegido. Afastar-se dos postes de iluminação de ruas, torres e cercas metálicas, bem como de árvores isoladas.
- d) A posição a ser adotada ao ar livre não é estar de pé, sendo ideal agachar-se, com os braços segurando as pernas. Seres humanos em pé, com os pés juntos, podem ser atingidos por uma descarga direta.



- e) Também é perigoso ficar na fronteira de uma floresta, melhor ficar dentro da floresta no meio das árvores.
- f) Manter-se longe de cercas e outras estruturas metálicas, valas e outros lugares úmidos, campos abertos, topos de morros, margens de rios e praias.
- g) Se for obrigado a locomover-se em uma tempestade, dar passos curtos ou então correr de forma que apenas um pé toque o solo, evitando tocar qualquer objeto metálico saliente (por exemplo, guarda-chuvas)
- h) Ficar pelo menos a 1 m e preferencialmente a 3 m de paredes, suportes, cercas metálicas, especialmente de componentes do sistema de proteção contra descargas atmosféricas
- i) Se várias pessoas ficarem juntas, não convém que umas toque as outras, mas que mantenham-se a pelo menos 1 m e preferencialmente 3 m de distância entre si.

## **Situação perigosa em um carro**

Um carro metálico constitui certa proteção, se as janelas estiverem fechadas. Como um bom condutor elétrico, um carro mantém os passageiros razoavelmente protegidos contra raios (ver Figura G.9).

No entanto, é aconselhável dirigir com cuidado (a uma velocidade moderada) em uma tempestade.

Todos os veículos com carroceria de fibra de vidro (por exemplo, motorhome), bem como conversíveis sem estrutura metálica do teto ou barra "Santo Antonio", oferecem uma proteção muito baixa.



*Figura G.9 – Proteção oferecida por carros metálicos*

Os perigos associados a dirigir um carro durante uma tempestade são:

- a) o veículo pode ter os pneus danificados (devido à transferência de calor), podendo ser perfurados pela corrente da descarga atmosférica, já que os pneus não têm efeito isolante;
- b) As partes metálicas podem estar em alta-tensão, não devendo ser tocadas, enquanto sentado no carro.
- c) o sistema eletrônico pode ser perturbado pelo campo eletromagnético que acompanha a corrente do raio (devendo-se verificar a funcionalidade da parte eletrônica do carro após uma ocorrência);
- d) flashes estridentes e simultâneos, bem como trovões altos, podem causar erros de condução e a chuva pesada pode obstruir a visão;
- e) semáforos e sinais podem não funcionar corretamente.

Recomenda-se adiar a viagem durante uma tempestade elétrica intensa.

## **O que fazer em um camping**

Para a utilização de barraca em camping ou trailer, ter certeza de que eles ficarão dentro do volume de proteção, imposto pela proteção contra descargas atmosféricas, conforme a série ABNT NBR 5419.

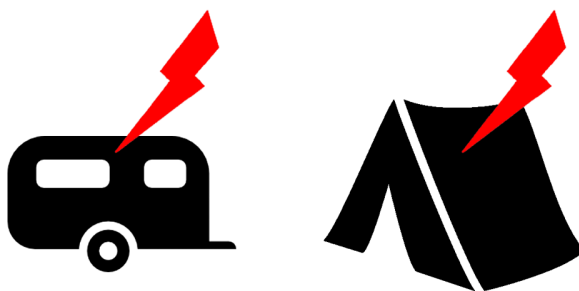
Casas móveis e motorhome com cobertura metálica externa oferecem a mesma proteção dos carros com carroçaria metálica. No entanto, as pessoas dentro dos veículos com carroçaria de fibra de vidro estarão em perigo.

Seguir as recomendações abaixo:

- a) nunca colocar barracas ou posicionar veículos ou trailers utilizados como acomodações em locais de destaque, no alto de morros, na borda da floresta ou debaixo de árvores isoladas;
- b) em camping, manter-se a pelo menos 3 m das tendas vizinhas e carros;
- c) em camping, não instalar fios metálicos entre barracas e carros.

Durante a tempestade, seguir as recomendações abaixo:

- a) se uma estrutura protegida ou um veículo metálico não estiver disponível, ficar dentro da barraca na posição de agachamento, mantendo distância da armação metálica da barraca;
- b) desconectar todos os cabos de infraestrutura local;
- c) remover antenas externas e eventuais tubulações metálicas (água e esgoto);
- d) suportes metálicos, ligados à carroçaria de motorhome em geral, atuam como condutores de descargas atmosféricas.



## **Tempestades em regiões montanhosas**

Nas montanhas, os raios são extremamente perigosos para as caminhadas e práticas de montanhismo. O tempo pode mudar muito rapidamente. Fugir rapidamente de picos e ficar longe de penhascos, rachaduras, fissuras, arestas, saliências e árvores, se tempestades puderem se formar. Remover objetos metálicos (como joias e relógios) do contato com o corpo. É melhor se agachar, para diminuir a superfície do corpo e para se proteger contra impactos diretos da descarga, nunca deitar no solo.

Quando uma tempestade estiver se aproximando, parar de subir a montanha e tentar chegar a uma edificação segura (preferencialmente com proteção contra descargas atmosféricas), ou permanecer em alojamento no vale antes da eclosão da tempestade.

Convém não tocar em cordas metálicas, cordas de escalada molhadas, escadas e barras, bem como paredes rochosas úmidas. Tempestades podem provocar quedas de rochas e avalanches perigosas.





## **O que fazer na água**

Quando uma tempestade se aproximar, sair da água e da zona costeira e deslocar-se para uma área segura. Se estiver na água, em uma embarcação, parar a pesca ou outra atividade e mover-se para o convés, se possível. Agachar com as pernas fechadas o mais rápido possível e evitar tocar em qualquer parte metálica. Na água, a corrente do raio se espalha por grandes áreas; a 100 m do ponto de impacto a corrente é ainda perigosa.

## **O que fazer em eventos em áreas abertas**

As mesmas regras elementares aplicam-se aos eventos ao ar livre, bem como a outras atividades ao ar livre. Em princípio, os espectadores em áreas abertas estão em perigo; quando uma tempestade se aproxima, convém que eles se desloquem para locais protegidos contra descargas atmosféricas.

Estruturas fechadas, cobertas com um telhado metálico ou concreto armado, equipadas com proteção contra descargas atmosféricas, conforme a série ABNT NBR 5419, são consideradas áreas protegidas.

Nenhuma parte metálica, colunas, paredes e barreiras podem ser tocadas, a menos que justificado com projeto segundo a série ABNT NBR 5419. Manter-se afastado a mais de 1 m e preferencialmente a 3 m de qualquer parte condutora.

Colocar os pés juntos para evitar uma possível tensão de passo.

Ficar atento para possíveis avisos e sinais (placas, cartazes) que indiquem locais seguros quando da emissão de alerta de tempestades elétricas.

Antes de qualquer evento com muitos espectadores, convém verificar a previsão do tempo.

## **O que fazer quando estiver praticando esportes em áreas abertas**

Recomenda-se que pessoas envolvidas em atividades esportivas externas procurem um local seguro ao primeiro sinal de raios ou trovões na área. É indicado que treinadores e/ou oficiais de jogos terminem as atividades ou os treinos ao primeiro sinal de trovões, ao ver descargas atmosféricas, ou ainda se alertados por equipamentos específicos. Recomenda-se que jogadores e treinadores procurem abrigo em edificações com PDA ou veículos metálicos fechados. O tempo para retorno à atividade pode ser fornecido por sistema de alerta de tempestades elétricas.

Se estruturas protegidas ou veículos fechados não estiverem disponíveis, as seguintes áreas podem ser consideradas possibilidades:

- a) edifícios sem proteção contra descargas atmosféricas;
- b) áreas próximas a prédios ou estruturas metálicas, mas mantendo uma distância de pelo menos 3 m, de paredes e partes metálicas; a fim de reduzir a tensão de passo, os pés devem estar juntos.

Práticas de esportes em locais abertos são particularmente perigosas durante trovoadas, devido ao perfil da área e a presença de estruturas isoladas (árvores, grupos de árvores, postes etc). Lesões e mortes por raios ocorrem nestes locais quando os jogadores tentam continuar a atividade mesmo quando a tempestade se aproxima ou procuram abrigo junto a estruturas isoladas ou na margem de um grupo de estruturas.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] ABNT NBR 16785, *ANEXO G: Procedimentos de segurança para a redução de risco fora da estrutura*