

MÉTODO DA ESFERA ROLANTE NO SPDA: COMO FUNCIONA E QUANDO APLICAR SEGUNDO A NBR 5419

Entenda o método da esfera rolante no SPDA, como ele define o volume protegido, quando aplicar, sua relação com capttores, distância de segurança, aterramento, DPS e projeto conforme a NBR 5419.

SUMÁRIO

1. O QUE É O MÉTODO DA ESFERA ROLANTE NO SPDA?	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA DO MÉTODO DA ESFERA ROLANTE	3
3. NÍVEL DE PROTEÇÃO E RAIO DA ESFERA ROLANTE	4
4. COMO APLICAR O MÉTODO DA ESFERA ROLANTE EM UMA EDIFICAÇÃO	5
5. PENETRAÇÃO DA ESFERA ENTRE CAPTORES	5
6. QUANDO APLICAR O MÉTODO DA ESFERA ROLANTE?	5
7. COBERTURAS TÉCNICAS: ONDE O MÉTODO MAIS AGREGA VALOR	6
8. EQUIPAMENTOS EM COBERTURA: AVALIAÇÃO CORRETA	7
9. CAPTAÇÃO ISOLADA: QUANDO CONSIDERAR?	7
10. TELHADOS METÁLICOS, PLATIBANDAS E COMPONENTES NATURAIS	7
11. DISTÂNCIA DE SEGURANÇA: O CUIDADO QUE A ESFERA ROLANTE NÃO RESOLVE SOZINHA	8
12. ERROS COMUNS AO APLICAR O MÉTODO DA ESFERA ROLANTE	8
13. COMO DOCUMENTAR A APLICAÇÃO DO MÉTODO NO PROJETO DE SPDA	8
14. CONCLUSÃO	9

A **esfera rolante SPDA** é um método técnico utilizado para verificar o volume protegido pelo sistema de captação em projetos de proteção contra descargas atmosféricas. Ela ajuda a identificar pontos da edificação que podem estar expostos ao impacto direto de raios e orienta o posicionamento de captadores, condutores elevados, malhas e componentes naturais.

No contexto da **ABNT NBR 5419**, o método da esfera rolante é especialmente relevante em edificações com geometrias complexas, coberturas técnicas, equipamentos salientes, antenas, estruturas metálicas, casas de máquinas, sistemas fotovoltaicos, CFTV, telecomunicações e diferenças de altura.

Este artigo explica como o método funciona, quando aplicar, quais cuidados considerar e por que a esfera rolante não substitui o projeto completo de SPDA. Para a visão geral da norma, consulte também [NBR 5419: SPDA, análise de risco, aterramento, DPS e documentação técnica](#).

1. O QUE É O MÉTODO DA ESFERA ROLANTE NO SPDA?

O método da esfera rolante considera uma esfera fictícia, com raio definido pelo nível de proteção do SPDA, que é rolada sobre e ao redor da estrutura em todas as direções relevantes.

Os pontos tocados pela esfera são considerados suscetíveis ao impacto direto da descarga atmosférica. Portanto, esses pontos devem ser protegidos por elementos do subsistema de captação, como hastes, cabos, condutores em malha, captadores isolados ou componentes naturais que atendam aos critérios normativos.

De forma simplificada:

2. FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA DO MÉTODO DA ESFERA ROLANTE

A fundamentação do método da esfera rolante está relacionada ao modelo eletrogeométrico da descarga atmosférica. Em uma descarga nuvem-solo, o líder descendente se propaga da nuvem em direção ao solo. À medida que se aproxima da superfície ou de uma estrutura, o campo elétrico local aumenta.

Quando a rigidez dielétrica do ar é superada, pode se formar um líder ascendente a partir de um ponto da estrutura, do solo ou de um elemento saliente. O ponto a partir do qual esse líder ascendente se conecta ao líder descendente define o ponto final de impacto da descarga.

A menor distância entre a cabeça do líder descendente e o ponto de origem do líder ascendente é chamada de distância final de salto ou distância final de conexão. No método da esfera rolante, essa distância é representada pelo raio da esfera.

A relação aproximada entre a corrente de pico da descarga e a distância final de salto pode ser expressa por:

$$r = 10 \cdot I^{0,65}$$

em que:

r = raio da esfera, em metros I = corrente de pico da descarga, em kA

Essa relação mostra que o raio da esfera está associado à corrente mínima que o sistema de captação deve ser capaz de interceptar dentro de determinado nível de proteção. Quanto menor a corrente considerada, menor é a distância final de salto e, portanto, menor é o raio da esfera.

3. NÍVEL DE PROTEÇÃO E RAIOS DA ESFERA ROLANTE

A classificação em níveis de proteção estabelece raios normalizados para aplicação prática do método:

Nível de proteção do SPD	Raio da esfera rolante	Corrente mínima associada
I	20 m	3 kA
II	30 m	5 kA
III	45 m	10 kA
IV	60 m	16 kA

A interpretação técnica é que o nível de proteção I, por utilizar uma esfera de raio menor, identifica um número maior de pontos potencialmente expostos e exige uma captação mais restritiva. O nível IV, com raio maior, corresponde a uma exigência menos severa.

A escolha do nível de proteção não deve ser feita visualmente. Ela deve decorrer da análise de risco, conforme a [NBR 5419-2](#).

<!-- wp:a3a/destaque --> <div class="wp-block-a3a-destaque"><!-- wp:paragraph -->
<p>Precisa validar o volume protegido da cobertura?</p> <!--
</wp:paragraph -->

<!-- wp:paragraph --> <p>A A3A Engenharia desenvolve Projeto de SPD com análise de risco, definição de captação, descidas, aterramento, equipotencialização, documentação técnica e ART.</p> <!-- /wp:paragraph --></div> <!-- /wp:a3a/destaque -->

4. COMO APLICAR O MÉTODO DA ESFERA ROLANTE EM UMA EDIFICAÇÃO

Na aplicação prática, a esfera deve ser rolada ao redor e sobre a estrutura a proteger. Todos os pontos tocados pela esfera são considerados pontos potenciais de impacto direto e devem ser protegidos por elementos do subsistema de captação.

O centro da esfera representa, conceitualmente, a posição da cabeça do líder descendente. Os pontos da estrutura tocados pela esfera representam locais a partir dos quais um líder ascendente poderia se desenvolver e estabelecer a conexão final com a descarga.

Quando a esfera é aplicada sobre uma estrutura irregular, ela pode tocar bordas, cantos, platibandas, coberturas, torres, fachadas superiores e equipamentos salientes. Isso demonstra por que o método é relevante para edificações com geometria complexa.

5. PENETRAÇÃO DA ESFERA ENTRE CAPTORES

Um aspecto importante é a penetração da esfera entre captosres. Quando duas hastes, dois mastros ou dois condutores paralelos estão afastados, a esfera pode penetrar entre eles. Essa penetração influencia a altura necessária dos captosres para proteger equipamentos localizados entre os elementos de captação.

Para dois captosres ou dois condutores paralelos, a profundidade de penetração pode ser calculada pela relação geométrica:

$$p = r - \sqrt{r^2 - (d/2)^2}$$

em que:

p = profundidade de penetração da esfera r = raio da esfera rolante d = distância entre os captosres ou condutores paralelos

A altura dos captosres deve ser compatível com a penetração calculada e com a altura do objeto a proteger. Caso contrário, a esfera poderá tocar o equipamento ou a estrutura entre os captosres.

6. QUANDO APLICAR O MÉTODO DA ESFERA ROLANTE?

O método da esfera rolante é aplicável à determinação do volume protegido do SPDA externo e é especialmente útil quando a geometria da edificação não é simples.

Situação Por que exige atenção Casas de máquinas em cobertura Podem ultrapassar o plano da cobertura e ficar fora da proteção por malhas periféricas. Antenas, mastros e telecomunicações São elementos elevados e geralmente possuem cabos conectados ao interior da edificação. Câmeras CFTV e sistemas de segurança Podem ficar em mastros, fachadas ou bordas expostas, com cabos de dados e alimentação. Chillers, exaustores e equipamentos HVAC Possuem carcaças metálicas, alimentação elétrica e sistemas de controle. Painéis fotovoltaicos Alteram a geometria da cobertura e introduzem estruturas metálicas e cabos CC/CA. Platibandas e bordas elevadas Podem se tornar pontos de impacto se não estiverem corretamente protegidas. Telhados metálicos Exigem avaliação de continuidade, espessura, risco de perfuração e função como componente natural. Edificações altas Podem exigir análise de descargas laterais e proteção em níveis superiores.

7. COBERTURAS TÉCNICAS: ONDE O MÉTODO MAIS AGREGA VALOR

O método da esfera rolante agrega valor principalmente quando há elementos salientes em cobertura. Uma malha periférica ou um captor próximo nem sempre protege adequadamente equipamentos elevados, principalmente quando existe diferença de altura, afastamento entre captores ou cabos conectados ao interior da edificação.

Um equipamento pode estar dentro do volume protegido contra impacto direto e, ainda assim, exigir medidas adicionais. Isso ocorre porque muitos equipamentos possuem conexões elétricas, metálicas ou de comunicação com o interior da edificação.

Se a distância de segurança não for respeitada, podem ocorrer centelhamentos perigosos entre o SPDA externo e partes condutivas internas. Além disso, correntes parciais da descarga podem ser conduzidas por cabos de energia, dados, controle ou aterramento funcional.

```
<!-- wp:a3a/destaque --> <div class="wp-block-a3a-destaque"><!-- wp:paragraph -->
<p><strong>Tem equipamentos em cobertura, CFTV, antenas, HVAC ou
fotovoltaico?</strong></p> <!-- /wp:paragraph -->
```

```
<!-- wp:paragraph --> <p>A avaliação da esfera rolante deve ser compatibilizada com
distância de segurança, equipotencialização, DPS, linhas de dados e sistemas internos.
Conheça as <a href="https://a3aengenharia.com.br/solucoes/engenharia-eletrica/medida
s-de-protecao-contrasurtos/">Medidas de Proteção contra Surtos</a>.</p> <!--
/wp:paragraph --></div> <!-- /wp:a3a/destaque -->
```

8. EQUIPAMENTOS EM COBERTURA: AVALIAÇÃO CORRETA

Elemento em cobertura Erro comum Avaliação correta Antena Conectar ao SPDA sem avaliar correntes parciais. Verificar volume protegido, captação isolada, equipotencialização e DPS nos cabos. Câmera CFTV Assumir que o mastro protege a câmera. Avaliar captor acima do equipamento e proteção nos cabos de dados e alimentação. Chiller ou exaustor Considerar apenas a carcaça metálica. Avaliar alimentação elétrica, automação, distância de segurança e equipotencialização. Painéis fotovoltaicos Instalar módulos sem revisar o SPDA existente. Verificar volume protegido, distâncias, ligação equipotencial e proteção contra surtos. Casa de máquinas Proteger apenas o perímetro da laje. Avaliar a geometria elevada e possíveis pontos tocados pela esfera.

9. CAPTAÇÃO ISOLADA: QUANDO CONSIDERAR?

A captação isolada pode ser considerada quando é necessário evitar que a corrente da descarga circule por partes metálicas, equipamentos ou sistemas internos da edificação. Isso pode ocorrer em equipamentos sensíveis, antenas, mastros, sistemas fotovoltaicos, estruturas metálicas especiais ou situações em que a distância de segurança precisa ser preservada.

Nesses casos, o método da esfera rolante ajuda a verificar se o captor isolado cria o volume protegido necessário sem exigir conexão direta inadequada ao equipamento protegido.

10. TELHADOS METÁLICOS, PLATIBANDAS E COMPONENTES NATURAIS

Telhados metálicos, platibandas, estruturas metálicas e outros elementos da edificação podem atuar como componentes naturais do SPDA, desde que atendam aos critérios técnicos aplicáveis. A esfera rolante ajuda a verificar se esses elementos fazem parte do volume protegido ou se continuam expostos ao impacto direto.

Essa avaliação não pode ser apenas visual. É necessário verificar continuidade elétrica, espessura, conexões, risco de perfuração, integração com descidas, aterramento e documentação.

11. DISTÂNCIA DE SEGURANÇA: O CUIDADO QUE A ESFERA ROLANTE NÃO RESOLVE SOZINHA

A esfera rolante orienta a captação, mas não resolve sozinha a distância de segurança. Mesmo que um ponto esteja protegido contra impacto direto, pode haver risco de centelhamento entre o SPDA externo e partes metálicas internas, cabos, eletrocalhas, dutos ou equipamentos.

Por isso, o projeto deve avaliar a integração entre captação, descidas, aterramento, equipotencialização, SPDA interno e medidas de proteção contra surtos. Para a proteção de sistemas internos, consulte [NBR 5419-4: SPDA interno, DPS e proteção de sistemas elétricos e eletrônicos](#).

12. ERROS COMUNS AO APLICAR O MÉTODO DA ESFERA ROLANTE

Entre os erros comuns estão:

13. COMO DOCUMENTAR A APLICAÇÃO DO MÉTODO NO PROJETO DE SPDA

Em projetos profissionais, a aplicação da esfera rolante deve ser demonstrável. Isso é importante para revisão técnica, compatibilização, inspeção, manutenção e emissão de laudos.

Item de documentação
Finalidade
Nível de proteção adotado
Justifica o raio da esfera e demais parâmetros de captação.
Memória de análise de risco
Demonstra o critério usado para definir o nível de proteção.
Planta de cobertura com captadores
Mostra a localização dos elementos de captação.
Cortes ou modelo tridimensional
Facilita a validação do volume protegido em geometrias complexas.
Identificação de equipamentos em cobertura
Permite verificar antenas, HVAC, CFTV, PV e casas de máquinas.
Verificação de distância de segurança
Controla risco de centelhamentos perigosos.
Integração com descidas e aterramento
Confirma continuidade da condução da corrente.
Interfaces com SPDA interno e MPS
Indica necessidade de equipotencialização, DPS e proteção de sistemas internos.

Durante inspeções, adequações ou emissão de [laudo de SPDA](#), essa documentação ajuda a identificar se a edificação permanece compatível com o projeto original ou se alterações em cobertura exigem reavaliação.

<!-- wp:a3a/destaque --> <div class="wp-block-a3a-destaque"><!-- wp:paragraph -->
<p>Tem projeto antigo ou alterações recentes na cobertura?</p> <!--
/wp:paragraph -->

A A3A Engenharia realiza [Inspeção de SPDA](https://a3aengenharia.com.br/servicos/levantamento-e-diagnostico/inspecao-de-spda-documentacao-tecnica/), análise documental, verificação de captação, descidas, aterramento, DPS e recomendações de adequação conforme evidências técnicas.

14. CONCLUSÃO

O método da esfera rolante é uma ferramenta técnica essencial para definir o volume protegido do SPDA externo. Sua aplicação é especialmente relevante em edificações com geometrias complexas, coberturas técnicas e elementos salientes, onde métodos simplificados podem não evidenciar todos os pontos expostos.

Ao mesmo tempo, o método não deve ser tratado como solução completa de proteção contra descargas atmosféricas. Ele orienta a captação, mas o desempenho do SPDA depende da integração com descidas, aterramento, equipotencialização, distância de segurança, SPDA interno e medidas de proteção contra surtos.

Em indústrias, condomínios corporativos, data centers, subestações e edificações críticas, a análise correta do volume protegido deve ser feita junto com a análise de risco e com a avaliação dos sistemas internos conectados à cobertura.

[1] ABNT. ABNT NBR 5419-1: Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 1: Princípios gerais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

[2] ABNT. ABNT NBR 5419-2: Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 2: Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

[3] ABNT. ABNT NBR 5419-3: Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

[4] ABNT. ABNT NBR 5419-4: Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

O que é o método da esfera rolante no SPDA? O método da esfera rolante é um método de verificação usado em projetos de SPDA para avaliar regiões expostas à incidência direta de descargas atmosféricas e auxiliar no posicionamento de captos e elementos de captação. **O método da esfera rolante é um tipo de SPDA?** Não. Ele não é um tipo de SPDA, mas um método de análise da zona protegida. Pode ser aplicado junto com captos

Franklin, malhas, gaiola de Faraday e outros arranjos de captação. **Quando usar esfera rolante no projeto de SPDA?** O método é especialmente útil em edificações com geometrias complexas, diferenças de altura, volumes técnicos, equipamentos na cobertura, antenas, reservatórios, estruturas metálicas e situações em que a zona protegida precisa ser verificada tecnicamente. **Qual a relação entre esfera rolante e captor Franklin?** O captor Franklin é um elemento de captação. A esfera rolante pode ser usada para verificar se a posição e a altura dos captores protegem adequadamente os pontos vulneráveis da edificação. **A esfera rolante substitui a análise de risco da NBR 5419-2?** Não. A análise de risco define a necessidade e o nível de proteção. A esfera rolante é usada na etapa de projeto do SPDA externo para avaliar a zona protegida e a disposição dos captores.

Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.