

**GUIA PRÁTICO NORMA NP EN 62305:**

# **PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

**PARTE 3: DANOS FÍSICOS A ESTRUTURAS  
E RISCOS HUMANOS**

Publicação elaborada pela Comissão Técnica de Normalização CTE 81,  
coordenada pelo IEP

# GUIA PRÁTICO NORMA NP EN 62305 - 3 ED. 2

Publicação elaborada pela Comissão Técnica de Normalização CTE 81, coordenada pelo IEP

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>O ESSENCIAL DA NORMA – PARTE 3</b> .....  | 3  |
| <b>A NORMA</b> .....   | 4  |
| <b>ANEXOS</b> .....  | 9  |
| ANEXO A: LOCALIZAÇÃO DO DISPOSITIVO DE CAPTURA.....  | 9  |
| ANEXO B: SECÇÃO MÍNIMA DA BLINDAGEM DE UM CABO DE ENTRADA PARA EVITAR ARCOS ELÉTRICOS PERIGOSOS .....                      | 11 |
| ANEXO C: DISTRIBUIÇÃO DA CORRENTE DA DESCARGA ATMOSFÉRICA ENTRE OS CONDUTORES DE BAIXADA.....                              | 11 |
| ANEXO D: EXIGÊNCIAS COMPLEMENTARES PARA A PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DAS ESTRUTURAS COM RISCO DE EXPLOÇÃO..... | 11 |
| <b>APLICAÇÕES PRÁTICAS</b> .....   | 23 |
| a) Casa rural .....  | 23 |
| b) Centro informático.....   | 23 |
| c) Armazém logístico.....  | 25 |
| <b>REFERÊNCIAS ÚTEIS</b> .....   | 28 |

# O ESSENCIAL DA NORMA

## – PARTE 3

Publicação elaborada pela Comissão Técnica de Normalização CTE 81, coordenada pelo IEP

Um impacto direto de uma descarga atmosférica numa estrutura e o escoamento para a terra da sua corrente de descarga podem provocar danos físicos na própria estrutura mas também no seu interior. Além disso podem ainda provocar lesões em pessoas na sequência de tensões de contacto. A norma NP EN 62305-3 trata a conceção, a instalação e a manutenção dos dispositivos e Sistema de Proteção contra as Descargas Atmosféricas (SPDA), que permitem a proteção contra as consequências de um impacto direto de uma descarga numa estrutura. A base da norma incide nos meios de prevenção de danos físicos numa estrutura. A proposta da norma NP EN 62305-3 é a realização de um SPDA, contendo uma parte exterior e uma parte interior.

A parte interior do SPDA tem o papel de impedir a manifestação de diferenças de potenciais perigosos. Essas diferenças de potencial podem aparecer entre os componentes da parte exterior do SPDA e dos seguintes componentes da estrutura protegida:

- Estruturas e equipamentos metálicos interiores e exteriores;
- Redes de energia, comunicações e sinais exteriores e de entrada;
- Redes de energia, comunicações e sinais interiores e materiais.

Para evitar o aparecimento de diferenças de potencial perigosas, é aconselhável respeitar uma distância de separação entre os condutores de baixada e os elementos metálicos e/ou condutor de proximidade. Se não for possível manter esta distância de separação ou se os componentes em causa não forem naturalmente equipotencializados, é conveniente instalar uma ligação equipotencial entre eles, constituída por um condutor ou um para-raios.

A instalação exterior do SPDA tem por objetivo captar as descargas atmosféricas sem danos no ponto de impacto, escoar e dispersar, sem danos, a corrente de descarga em direção à terra. A instalação exterior do SPDA é, portanto, composta por dispositivos captadores, por condutores de baixada e de redes de terra.

Os componentes que formam a instalação exterior do SPDA podem ser realizados através da utilização de elementos naturais da construção, e/ou pela instalação de elementos específicos que constituem o para-raios e as ligações à terra.

A conceção da instalação exterior do SPDA é realizada com um dos seguintes métodos:

- Esfera rolante;
- Malha;
- Ângulo de proteção.

Os SPDA são principalmente determinados pelo seu nível de proteção. Existem quatro níveis de proteção definidos na norma NP EN 62305-1. A escolha do nível de proteção do SPDA advém diretamente dos resultados da Análise do Risco da norma NP EN 62305-2. O nível de proteção do SPDA determina certos fatores que têm influência no número de componentes a pôr em prática, e na sua implementação:

- O raio da esfera rolante, o tamanho das malhas, o ângulo de proteção;
- A distância entre os condutores de baixada e os condutores de cintura;
- A distância de separação;
- A secção mínima dos condutores das redes de terra.

Alguns outros fatores que têm influência na conceção e implementação do SPDA são independentes do seu nível de proteção:

- O facto da instalação exterior do SPDA estar ou não isolada da estrutura protegida e dos seus elementos condutores exteriores e interiores;
- As características dos elementos naturais da construção que podem ser utilizados como componentes da instalação exterior do SPDA;
- As características dos dispositivos captadores, dos condutores de baixada e das redes de terra implementados como componentes da instalação exterior do SPDA: materiais, configurações, dimensões mínimas;
- As características das ligações equipotenciais do SPDA: materiais, configurações, dimensões mínimas.

É possível instalar três tipos de dispositivos de captura:

- Hastes simples;
- Cabos de guarda;
- Condutores em malha.

É possível instalar dois tipos de redes de terra específicos:

- As redes de terra com eléctrodos horizontais ou verticais (Tipo A);
- As redes de terra em anel (Tipo B).

Por fim, uma parte da norma incide nos meios de prevenção de lesões nas pessoas em sequência de tensões de contacto e de passo. A norma NP EN 62305-3 propõe por um lado o desenvolvimento de medidas organizacionais (acessos restritos às zonas em questão, avisos nas proximidades dessas zonas).

## A NORMA

Esta parte da norma expõe as regras de engenharia exigidas no momento da implementação de um SPDA. As especificações referem-se à correção, instalação e manutenção do SPDA e também às medidas implementadas para evitar qualquer lesão em seres vivos, devido aos perigos originados pelas tensões de contacto ou tensões de passo.

**Nota :** As secções 1, 2 e 3 são definidas para todas as normas e dizem respeito ao assunto da aplicação das normas, as referências normativas e às definições.

### Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA):

Este capítulo divide-se em três partes:

- A primeira apresenta as classes de SPDA. Um quadro dá a correspondência entre o nível de proteção escolhido e a classe do SPDA correspondente. Na prática, um SPDA de classe «n» corresponde a um nível de proteção «n»;
- A segunda parte chama a atenção para a necessidade de ter em conta as características do SPDA desde a conceção da obra;
- A terceira parte refere-se ao caso particular da utilização de estruturas metálicas do edifício como parte integrante do SPDA.

### Instalação exterior do sistema de proteção contra descargas atmosféricas:

Trata-se do «corpo» da norma.

- O primeiro capítulo apresenta algumas generalidades relativas à escolha do tipo de instalação exterior do SPDA nomeadamente e, à eventual utilização de componentes naturais. Dá, igualmente, todas as informações relativas às malhas mais importantes de uma instalação exterior do SPDA que são os dispositivos de captura, os condutores de baixada e por fim às redes de terra associadas;
- O segundo capítulo refere-se ao dispositivo de captura, elemento importante na conceção de uma instalação exterior do SPDA. Um quadro ilustra de maneira sintética as relações que unem o nível de proteção ao método de posicionamento quer seja do tipo “esfera rolante”, “ângulo de proteção” ou “malhas”. As especificações de instalação de dispositivos nas estruturas de grande altura também são evocadas. Além dos condutores dedicados ao sistema de captura, os elementos naturais podem, em alguns casos, ter esse papel. Porém devem seguir alguns critérios;
- A segunda parte constituinte do SPDA é a dos condutores de baixada. As generalidades e os pontos específicos são postos de parte no terceiro capítulo. Aí são mencionadas as diversas disposições, para instalações isoladas e não isoladas, regras de implementação, tão bem como os diferentes componentes naturais podendo assegurar essa função;
- O capítulo seguinte refere-se ao sistema de redes de terra. Podemos encontrar informações sobre a ordem de grandeza do valor ohmico, assim como informações sobre as duas geometrias habitualmente utilizadas. Trata-se por um lado do Tipo A, composta por elétrodos de terra radiais ou verticais, instalados no exterior da estrutura e ligados em cada baixada; por outro lado o Tipo B, em anel. Os materiais pertencendo à constituição de um SPDA devem responder a um certo número de exigências e respeitar as recomendações das normas da série NP EN 62561. Os quadros 1,2,3 e 4 apresentam as suas características e as suas condições de utilização, as configurações e secções mínimas dos elementos captadores, dos condutores, das hastes, dos condutores de baixada e os parâmetros para a realização das redes de terra.

| Material   | Configuração                  | Área da secção eficaz |
|--|-------------------------------|-----------------------|
| Cobre  | Em fita maciço                | 50                    |
|  | Circular maciço <sup>b)</sup> | 50                    |
| Cobre estanhado  | Cableado <sup>b)</sup>        | 50                    |
|  | Circular maciço <sup>c)</sup> | 176                   |
| Alumínio   | Em fita maciço                | 70                    |
|  | Circular maciço               | 50                    |
|  | Cableado                      | 50                    |
| Liga de alumínio   | Em fita maciço                | 50                    |
|  | Circular maciço               | 50                    |
|  | Cableado                      | 50                    |
|  | Circular maciço <sup>c)</sup> | 176                   |
| Liga de alumínio com revestimento em cobre   | Circular maciço               | 50                    |
| Aço galvanizado por imersão a quente   | Em fita maciço                | 50                    |
|  | Circular maciço               | 50                    |
|  | Cableado                      | 50                    |
|  | Circular maciço <sup>c)</sup> | 176                   |
| Aço com revestimento em cobre  | Circular maciço               | 50                    |
|  | Em fita maciço                | 50                    |
| Aço inoxidável   | Em fita maciço <sup>d)</sup>  | 50                    |
|  | Circular maciço <sup>d)</sup> | 50                    |
|  | Cableado                      | 70                    |
|  | Circular maciço <sup>c)</sup> | 176                   |
| <sup>a)</sup> As características mecânicas e elétricas, bem como as propriedades de resistência à corrosão devem satisfazer os requisitos da futura série da EN 50164.<br><sup>b)</sup> 50 mm <sup>2</sup> (diâmetro de 8 mm) poderá ser reduzido para 25 mm <sup>2</sup> em certas aplicações onde a resistência mecânica não constitui um requisito essencial. Neste caso, deverá ter-se em consideração a redução do espaçamento entre as fixações.<br><sup>c)</sup> Aplicável às hastes de captura e hastes de terra direcionadas. Para as hastes de captura relativamente às quais os esforços mecânicos, tal como a carga originada pelo vento, não são críticos, poderá ser utilizada uma haste com um diâmetro de 9,5 mm e um comprimento de 1 m.<br><sup>d)</sup> Se as considerações térmicas e mecânicas constituem elementos importantes, então estes valores deverão ser aumentados para 75 mm <sup>2</sup> . |                               |                       |

Quadro 1 – Material, configuração e secção eficaz mínima dos condutores, captos e condutores de baixada.

| Materiais                            | Configuração                | Dimensões                     |                                   |                   |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
|                                      |                             | Diâmetro da haste de terra mm | Condutor de terra mm <sup>2</sup> | Placa de terra mm |
| Cobre<br>Cobre estanhado             | Cableado                    |                               | 50                                |                   |
|                                      | Circular maciço             | 15                            | 50                                |                   |
|                                      | Em fita maciço              |                               | 50                                |                   |
|                                      | Canalização                 | 20                            |                                   |                   |
|                                      | Placa sólida                |                               |                                   | 500 × 500         |
|                                      | Placa de rede <sup>c)</sup> |                               |                                   | 600 × 600         |
| Aço galvanizado por imersão a quente | Circular maciço             | 14                            | 78                                |                   |
|                                      | Canalização                 | 25                            |                                   |                   |
|                                      | Em fita maciço              |                               | 90                                |                   |
|                                      | Placa maciço                |                               |                                   | 500 × 500         |
|                                      | Placa reticulada            |                               |                                   | 600 × 600         |
|                                      | Perfil <sup>d)</sup>        |                               |                                   |                   |
| Aço nu <sup>b)</sup>                 | Cableado                    |                               | 70                                |                   |
|                                      | Circular maciço             |                               | 78                                |                   |
|                                      | Em fita maciço              |                               | 75                                |                   |
| Aço com revestimento em cobre        | Circular maciço             | 14 <sup>d)</sup>              | 50                                |                   |
|                                      | Em fita maciço              |                               | 90                                |                   |
| Aço inoxidável                       | Circular maciço             | 15 <sup>d)</sup>              | 78                                |                   |
|                                      | Em fita maciço              |                               | 100                               |                   |

a) As características mecânicas e elétricas, bem como as propriedades de resistência à corrosão devem satisfazer os requisitos da futura série da EN 50164.

b) Deve ser integrado no betão com uma profundidade mínima de 50 mm.

c) Placa reticulada com um comprimento mínimo total do condutor de 4,8 m.

d) Diferentes perfis são permitidos com uma secção eficaz de 290 mm<sup>2</sup> e uma espessura mínima de 3 mm, p.ex. perfil transversal.

e) No caso de uma disposição de ligação à terra de fundação do tipo B, o eletrodo de terra deve estar conectado de forma correta, pelo menos a cada 5 m, com a armadura de aço.

Quadro 2 – Materiais, configuração e dimensões mínimas dos eletrodos de terra

| Classe de SPDA | Material | Secção eficaz mm <sup>2</sup> |
|----------------|----------|-------------------------------|
| I a IV         | Cobre    | 16                            |
|                | Alumínio | 25                            |
|                | Aço      | 50                            |

Quadro 3 – Dimensões mínimas dos condutores que interligam as barras de equipotencialidade

| Classe de SPDA | Material | Secção eficaz mm <sup>2</sup> |
|----------------|----------|-------------------------------|
| I a IV         | Cobre    | 6                             |
|                | Alumínio | 10                            |
|                | Aço      | 16                            |

Quadro 4 – Dimensões mínimas dos condutores que interligam as estruturas metálicas às barras de equipotencialidade

### Instalação interior do sistema de proteção contra descargas atmosféricas:

Todas as medidas devem ser implementadas para diminuir os riscos de arco elétrico perigoso entre a instalação exterior do SPDA e os diversos elementos instalados no interior da estrutura (elementos e estruturas metálicas). Para este efeito, é necessário estabelecer a equipotencialidade:

- Entre as diferentes instalações, respeitando as dimensões mínimas dos condutores de equipotencialidade;
- Entre elementos condutores exteriores;
- Entre elementos e linhas condutoras externas ligados à estrutura.

Em certos casos é possível privilegiar o princípio de isolamento da instalação exterior do sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Uma fórmula, integrando vários coeficientes, permite calcular a distância de separação requerida entre o sistema de proteção e os sistemas interiores.

### Verificação e manutenção do SPDA:

A verificação do SPDA é necessária para assegurar a sua conformidade conforme a presente norma durante a realização e para a continuidade da sua eficácia no tempo. A manutenção também deve ser realizada nas estruturas protegidas.

### Medidas de proteção contra as lesões em seres vivos causadas por tensões de contacto ou de passo:

Pelos riscos que se correm na proximidade dos condutores de baixada e numa zona próxima do ponto de escoamento da corrente da descarga atmosférica as diferentes medidas de proteção para reduzir os riscos para um nível tolerável são descritas abaixo:

### Anexos:

- O anexo A apresenta os três métodos de posicionamento do dispositivo de captura (ângulo de proteção, esfera rolante e malhas);
- O anexo B é relativo à informação da secção mínima de blindagem de um cabo de entrada para evitar riscos de arcos elétricos;
- O anexo C fornece uma indicação sobre a avaliação de distância de separação "S". O parâmetro, chamado coeficiente de repartição "kc", está dependente do número de condutores de baixada, do tipo de dispositivo de captura e do tipo de rede de terra. Os seus variados valores são indicados num quadro e são também apresentados exemplos de cálculo de distância de separação.
- O anexo D trata as exigências complementares a ter em conta no que diz respeito à proteção contra descargas atmosféricas das estruturas contendo materiais sólidos explosivos e atmosferas explosivas (gás ou pó) da mesma maneira que, por exemplo, postos de combustíveis.
- O anexo E é o maior volume do documento. Indica ao utilizador todos os passos para a conceção, realização, manutenção e a verificação de um SPDA, em conformidade com a norma. Vários esquemas ilustram o posicionamento dos dispositivos de captura e de baixada, a implementação dos condutores de equipotencialidade, a implementação de sistemas de proteção isolados assim como particularidades das diferentes disposições das redes de terra. Este anexo, de uma centena de páginas, constitui uma abordagem de guia de conceção e de realização de uma instalação completa de proteção contra descargas atmosféricas.

# ANEXOS

## ANEXO A: LOCALIZAÇÃO DO DISPOSITIVO DE CAPTURA

Este primeiro anexo da norma NP EN 62305-3 dá os métodos de posicionamento dos dispositivos de captura. A primeira parte deste anexo permite determinar a localização do ou dos dispositivos de captura pelo método do ângulo de proteção. A zona de cobertura de uma superfície plana situada a uma dada altura de uma haste vertical é representada na figura 1.

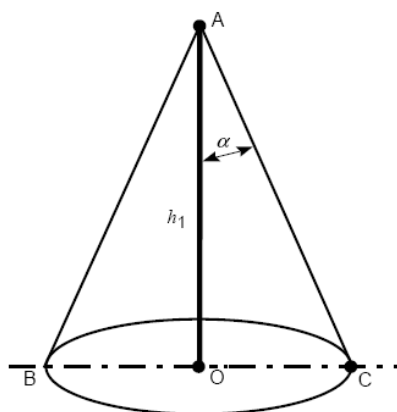


Figura 1: Volume protegido por uma haste de captura vertical.

**Atenção :** a representação em forma de cone é enganadora: o ângulo do cone varia consoante a distância do plano considerado na ponta da haste vertical. Isto é ilustrado na figura 2, onde estão representados os dois ângulos característicos a serem considerados para uma haste vertical situada, por exemplo, à beira de um terraço plano de um edifício. O primeiro ângulo ( $\alpha_1$ ) define a zona de proteção ao nível da cobertura do edifício e o segundo ângulo ( $\alpha_2$ ) define a zona de proteção ao nível do solo.

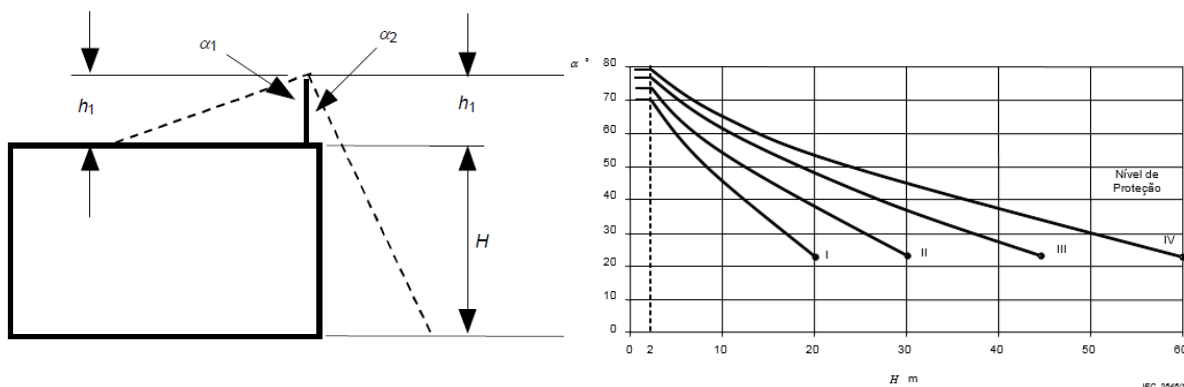
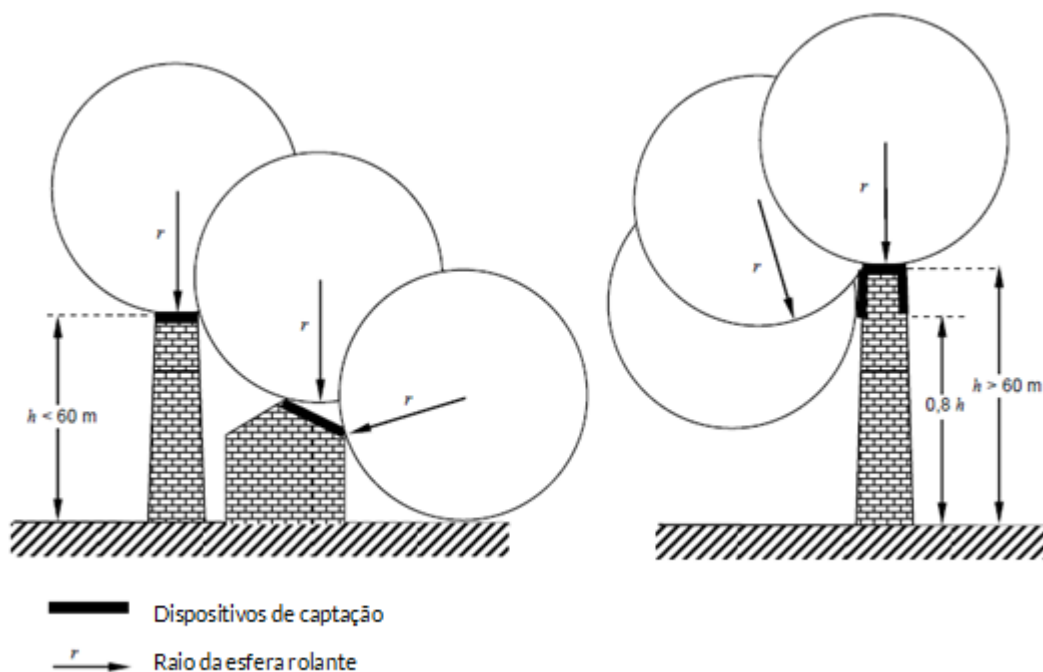


Figura 2: Volume protegido por uma haste de captura vertical.

Os valores do ângulo  $\alpha$  em função da altura e do nível de proteção são dadas no gráfico 1. A segunda parte deste anexo permite determinar a localização do ou dos dispositivos de captura pelo método da esfera rolante. Este método, ilustrado na figura 3, consiste em rodar à volta e sobre a estrutura em todas as

direções possíveis uma esfera cujo raio é fixado em função do nível de proteção. Os dispositivos de captura necessários para proteger uma estrutura são posicionados de maneira a que a esfera possa tocar nestes e em nenhum outro ponto da estrutura.

No que diz respeito a estruturas superiores a 60m de altura, e dado que a probabilidade dos impactos laterais decresce exponencialmente com a aproximação ao solo, as medidas de proteção adicionais são apenas considerados nos 20% mais altos da estrutura.



IEC 210305

Figura 3: Concepção do dispositivo de captura segundo o método da esfera rolante.

A terceira e última parte deste anexo permite determinar a localização do ou dos dispositivos de captura pelo método das malhas cujas dimensões são dadas em função do nível de proteção no quadro 5. Uma rede de condutores de captura emalhada é realizada segundo a dimensão determinada. Este método é aplicável nas superfícies planas, como telhados horizontais e fachadas laterais (proteção dos impactos laterais). Nenhum elemento metálico deve emergir por cima das malhas.

| Classe de SPDA | Método de proteção              |                               |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                | Raio da esfera rolante $r$<br>m | Tamanho das malhas $W_m$<br>m |
| I              | 20                              | 5 × 5                         |
| II             | 30                              | 10 × 10                       |
| III            | 45                              | 15 × 15                       |
| IV             | 60                              | 20 × 20                       |

Quadro 5 – Valores máximos do raio da esfera rolante e tamanho das malhas

## ANEXO B: SECÇÃO MÍNIMA DA BLINDAGEM DE UM CABO DE ENTRADA PARA EVITAR ARCOS ELÉTRICOS PERIGOSOS

Este anexo apresenta, a nível normativo, os métodos de cálculo do valor mínimo da secção de blindagem de um cabo para impedir diferenças de potencial perigosas.

Este valor mínimo  $S_{\text{min}}$  ( $\text{mm}^2$ ) depende dos seguintes parâmetros:

- A corrente a escoar na blindagem;
- A resistividade no solo;
- O comprimento do cabo;
- A tensão de isolamento do sistema elétrico ou eletrónico e dos materiais ligados ao cabo, em kV.

## ANEXO C: DISTRIBUIÇÃO DA CORRENTE DA DESCARGA ATMOSFÉRICA ENTRE OS CONDUTORES DE BAIXADA

Este anexo descreve o cálculo do coeficiente de distribuição da corrente ( $k_C$ ) nos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas contendo várias baixadas. O coeficiente  $k_C$  intervém nomeadamente no cálculo das distâncias de separação entre elementos condutores.

O coeficiente  $k_C$  permite avaliar a distribuição das correntes de descarga nos diferentes condutores de baixada tendo em conta o seu número, o seu comprimento, a sua resistência respetiva e a sua eventual interligação por condutores de cintura.

Em complemento da abordagem simplificada dando o valor de  $k_C$  nos casos mais habituais, o anexo C indica os métodos de cálculo para os casos mais complexos:

- SPDA com cabos de guarda;
- SPDA com baixadas múltiplas;
- SPDA sobre edifícios de vários andares com condutores de cintura;
- SPDA tipo em malha sobre edifícios de grandes dimensões.

## ANEXO D: EXIGÊNCIAS COMPLEMENTARES PARA A PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DAS ESTRUTURAS COM RISCO DE EXPLOÇÃO.

Este anexo dá informações complementares para a conceção, construção, extensão e modificação dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas nas estruturas apresentando riscos de explosão.

Num caso destes é indicado que seja utilizado um SPDA no mínimo de nível II. São dadas informações complementares neste anexo para aplicações mais específicas.

Este anexo fala de explosivos sólidos, atmosferas explosivas (zonas 0, 1 e 2) e de nuvens de pó combustíveis no ar (zonas 20, 21 ou 22). O algarismo 0 (ou 20) indica a presença do risco explosivo durante períodos longos, o algarismo 1 (ou 21) para períodos mais curtos e o algarismo 2 (ou 22) representa casos raros (verificar as normas deste assunto para mais detalhes).

É conveniente conceber e implementar um SPDA de maneira a que, em caso de impacto direto, não apareça nenhum efeito de sobreaquecimento ou arco elétrico perigoso (à exceção do ponto de impacto, claro está, que deverá estar situado fora das zonas perigosas). Uma disposição de terra de tipo B (em anel por exemplo) é recomendada. O valor desta rede de terra deve ser o mais baixo possível e, em qualquer caso, inferior a 10 ohm. Para estruturas contendo materiais explosivos sólidos, um SPDA exterior isolado é preferível, já que existem materiais explosivos que se podem tornar sensíveis com um impacto de uma descarga atmosférica. Poderá ser então necessário realizar equipotencialidades e blindagens complementares. Uma chapa em aço de 5mm de espessura traz uma proteção eficaz contra os impactos diretos das descargas atmosféricas.

Os para-raios deverão estar situados, se possível, em locais que não contenham materiais explosivos sólidos. Também é recomendável que as proteções contra sobretensões situadas em zonas explosivas sejam testadas contra o risco de explosão ou instalados em caixas antideflagrantes.

São dadas informações sobre a distância a ser respeitada entre os condutores do SPDA e as zonas perigosas, sobre as espessuras de metal a ter em conta e sobre a possibilidade de ocorrência de arcos elétricos entre elementos a diferentes potenciais. Por exemplo, todas as partes da instalação exterior do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (dispositivo de captura e condutores de baixada) devem-se situar pelo menos a 1 m de uma zona perigosa, sempre que possível.

O caso particular de reservatórios para armazenagem nos postos de combustíveis e em oleodutos também é abordado. São transmitidas igualmente as exigências particulares para a manutenção e inspeção do sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

## ANEXO E: LINHAS DIRETRIZES PARA A CONCEÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

### Generalidades

O anexo E da NP EN 62305-3 dá as linhas diretrizes e os exemplos para a conceção, implementação, manutenção e verificação dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), tal como especificado na parte principal do documento e é recomendável utilizar em ligação com outras partes da norma. O anexo E contém 4 capítulos principais com uma numeração similar à parte principal do documento, no âmbito de ajudar o leitor a encontrar os artigos correspondentes entre este anexo e a parte principal.

### Notas gerais para a conceção de um SPDA (artigo 4.1)

Este artigo descreve os conhecimentos e aptidões que os projetistas e instaladores devem ter, as etapas necessárias que devem ser seguidas pelos projetistas (ver figura E.1 do anexo E), começando pela análise do risco para a estrutura a ser protegida segundo o método da NP EN 62305-2 e as medidas a tomar para assegurar a qualidade desde o projeto, durante a construção e, por fim, durante a vida inteira do SPDA, especificando o programa de manutenção.

### Etapas da conceção de um SPDA (artigo 4.2)

Antes de iniciar qualquer projeto de SPDA o projetista tem que determinar, seguindo o método de análise de risco da NP EN 62305-2, se a estrutura precisa de um SPDA e se é necessário definir medidas de proteção (artigo 4.2.1). O projetista de um SPDA deve também procurar quem está envolvido no projeto a fim de obter informações sobre a estrutura a proteger, tais como:

- Arquitetos
- Gestores de redes públicas
- Serviços de incêndios
- Instaladores de sistemas elétricos, de comunicações e segurança
- Construtores
- Instaladores de SPDA

O projetista de um SPDA deve conceber o sistema mais eficaz, tendo também em conta a estética e a arquitetura do edifício.

Os dois objetivos mencionados acima podem ser atingidos pela utilização de componentes naturais da estrutura tais como armaduras de betão armado, suportes metálicos da fachada, calhas metálicas, tubagens metálicas, etc., enquanto condutores do SPDA ou elétrodos de terra, o que pode solucionar variados problemas arquiteturais, ou podem ser utilizados como blindagem para reduzir as radiações eletromagnéticas geradas pela corrente da descarga atmosférica (artigo 4.2.3.1). A eficácia de um SPDA está também condicionada pelos componentes utilizados para a instalação do SPDA. No que diz respeito à escolha dos componentes apropriados, o projetista deverá especificar os mesmos de acordo com a norma da série NP EN 62561 que toma em consideração a elevação da temperatura provocada pela corrente da descarga atmosférica, a resistência à corrosão devido às condições de influência externas e a resistência mecânica aos esforços eletrodinâmicos (artigo 4.2.3.2).

### Estrutura em betão armado (E.4.3)

As armaduras em betão armado utilizadas convenientemente podem ser implementadas como componentes naturais do sistema de proteção e podem permitir a equipotencialidade do SPDA interno e uma blindagem condutora que ajuda na proteção dos sistemas elétricos e eletrónicos contra as induções eletromagnéticas geradas pela corrente da descarga. Neste artigo o projetista e o instalador poderão encontrar as regras de utilização das armaduras como condutor de baixada, elétrodos e redes de terra pelas fundações, ligações de equipotencialidade, assim como os métodos de ligação admitidos para garantir a continuidade elétrica dos condutores em aço, materiais utilizados no betão armado, medidas de proteção contra a corrosão, etc.

### Observações gerais para a escolha do SPDA exterior (artigo E.5.1)

Os artigos E.5.1.1 e E.5.1.2 descrevem as condições a ter em conta pelo projetista do SPDA na implementação quer seja de um SPDA não isolado, quer seja de um SPDA isolado e também medidas a serem tomadas para arcos elétricos perigosos entre a instalação do SPDA e as partes metálicas, ou as instalações elétricas e eletrónicas (artigo E.5.1.3).

### Escolha e posição dos dispositivos de captura (artigo E.5.2)

As recomendações para a escolha do método a seguir para posicionar os dispositivos de captura são em função do tipo de estrutura a ser protegida. Estas são dadas no artigo E.5.2.2.

Está especificamente mencionado que :

- O método do ângulo de proteção é apropriado para pequenas e simples estruturas (ver figura 1) ou para equipamentos instalados no telhado de um edifício (ver figura 2). Os detalhes quanto ao posicionamento do dispositivo de captura das hastes, mastros e condutores são dados no artigo E.5.2.2.1.

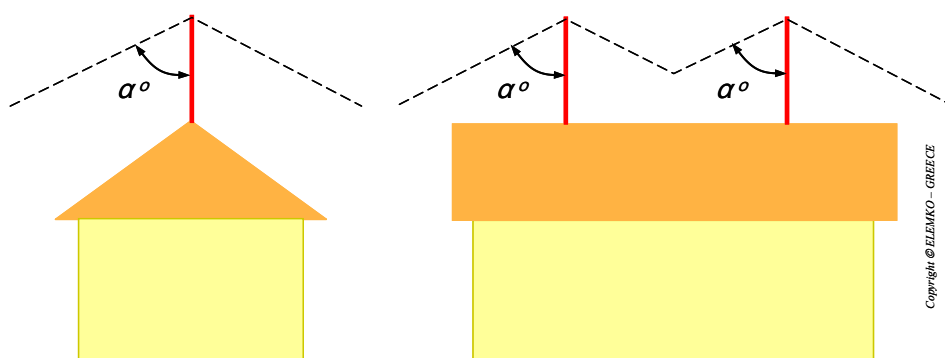
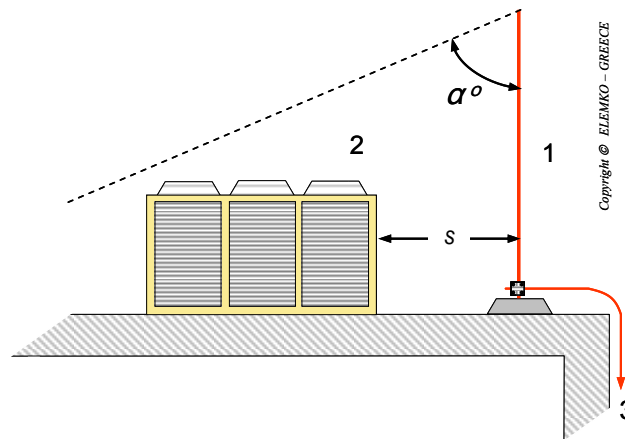


Figura 4: Proteção de uma estrutura simples pelo método do ângulo ( $\alpha^\circ$  ângulo de proteção conforme quadro 2 da NP EN 62305-3).

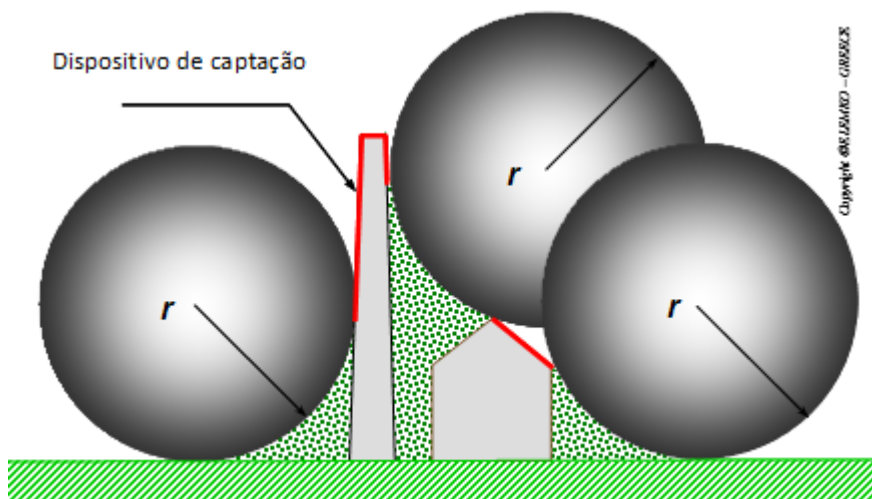


Legenda:

- 1: Haste de captura;
- 2: Unidade de climatização;
- 3: Condutor de baixada;
- s: Distância de separação;
- $\alpha^\circ$ : Ângulo de proteção conforme o quadro 2 da NP EN 62305-3.

Figura 5: proteção de um equipamento pequeno no telhado de um edifício.

O método da esfera rolante é apropriado para o posicionamento dos dispositivos de captura nas estruturas de formas complexas (figura 6) tais como locais industriais, igrejas, torres de telecomunicações, etc. Os detalhes para o posicionamento dos dispositivos de captura são dados no artigo E.5.2.2.2.

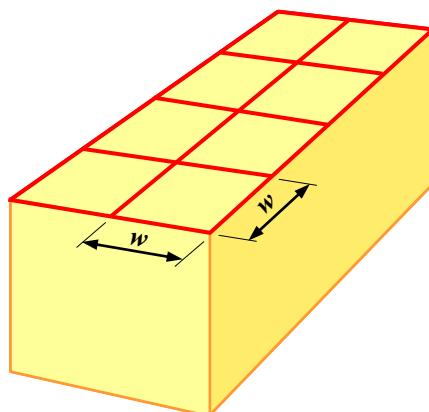


Legenda:

- r: Raio da esfera rolante.

Figura 6: conceção de um SPDA de haste simples pelo método da esfera fictícia.

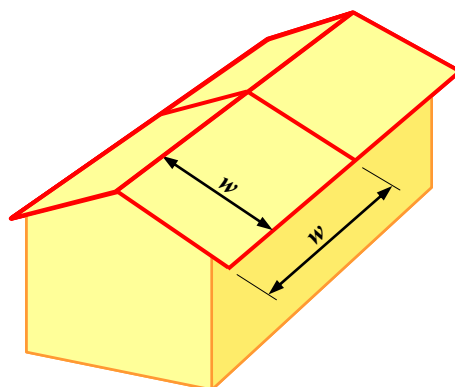
O método da malha é recomendável para estruturas com telhado plano (figura 7) ou para estruturas com telhado inclinado (figura 5) tais como edifícios de habitação, estruturas de abrigo, etc. Os detalhes para o posicionamento dos dispositivos de captura (condutores) são dados no artigo E.5.2.2.3.



Legenda:

w: Dimensão da malha segundo o quadro 2 da NP EN 62305-3.

Figura 7: dispositivo de captura de uma estrutura com telhado plano.



Legenda:

w: Dimensão da malha segundo o quadro 2 da NP EN 62305-3.

Figura 8: dispositivo de captura numa estrutura com telhado inclinado.

As proteções complementares necessárias para as estruturas com uma altura superior a 60 m contra descargas atmosféricas são dadas no artigo E.5.2.3.

### Constituição dos dispositivos de captura (artigo E.5.2.4)

As informações que dizem respeito à constituição dos dispositivos de captura : secção dos condutores e recomendações para a sua fixação encontram-se neste artigo e sub-artigos. Os projetistas e instaladores podem encontrar detalhes sobre o posicionamento e instalação dos dispositivos de captura não isolados em telhados planos ou inclinados, feitos em materiais isolantes como por exemplo em madeira ou telha, em betão ou ainda coberturas de silos de estacionamento. Podem também encontrar exemplos para o posicionamento e instalação das hastes de captura para a proteção das construções condutoras (metálicas) ou não condutoras protuberantes do telhado, contendo ou não material elétrico ou equipamentos de comunicação, tais como unidades de ventilação, mastros de antenas, etc.

### Dispositivos de captura com componentes naturais (artigo E.5.2.5)

Em certas condições, os elementos metálicos no telhado de uma estrutura, tais como reservatórios metálicos, tubagens metálicas etc., podem ser utilizados como componentes naturais de captura e podem fazer parte de um SPDA. As informações sobre a sua escolha e a melhor maneira de serem utilizados de forma segura são dados neste artigo. São apresentados também elementos para o caso de dispositivos de captura SPDA isolados.

### Condutores de baixada (artigo E.5.3)

Em geral, o posicionamento dos condutores de baixada não é um trabalho fácil, onde as principais dificuldades são:

**Ultrapassar:**

- As restrições práticas para colocar os condutores de baixada na lateral dos edifícios,
- As restrições arquiteturais
- Conseguir:
- Colocar os condutores de baixada de maneira uniforme em torno do edifício,
- Manter a distância de segurança pertinente com os circuitos internos e os elementos metálicos para evitar as ligações equipotenciais,
- Realizar um percurso vertical e o mais curto possível para a corrente da descarga atmosférica, desde o dispositivo de captura até ao terminal da rede de terra.

Os condutores de baixada devem estar ligados às juntas dos dispositivos de captura e aos terminais das redes de terra (figura 9).

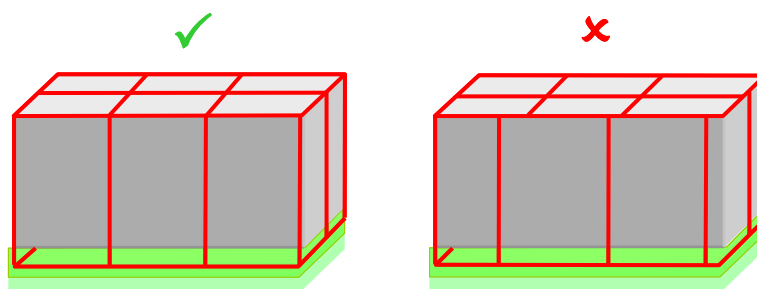
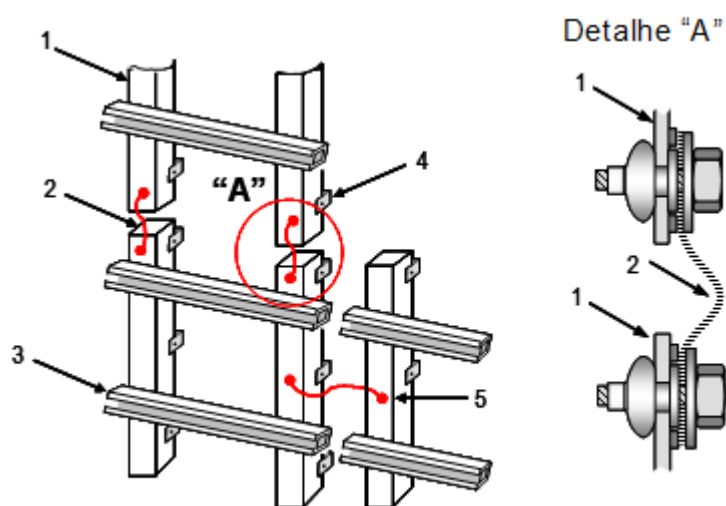


Figura 9: Ligação dos condutores de baixada às juntas dos dispositivos de captura e aos terminais das redes de terra (figura da esquerda).

Por estas razões, o posicionamento dos condutores de baixada e a sua instalação num edifício é um dos principais problemas na implementação de um SPDA exterior.

Neste artigo e sub-artigos, quem estiver interessado pode encontrar soluções práticas para resolver a maior parte das dificuldades, como por exemplo:

- A utilização de componentes naturais, como as armaduras do betão armado ou os condutores suplementares específicos embutidos nos postes em betão armado, a utilização em estruturas em aço da cobertura da fachada (figura 10), tubos de queda metálicos de águas pluviais, etc. Para mais detalhes ver o artigo E.5.3.5 e também o artigo E.4.3.



Legenda:

- 1: Estrutura vertical
- 2: Ligação
- 3: Estrutura horizontal
- 4: Fixação mural
- 5: Estrutura vizinha

Figura 10: Utilização da estrutura metálica da fachada como condutor de baixa tensão.

## Rede de terra (artigo E.5.4)

O artigo E.5.4.1 demonstra que a escolha correta das redes de terras permite evitar as tensões de passo e que as recomendações práticas devem ser consideradas durante a conceção e instalação das mesmas. No artigo E.5.4.2 o projetista e o instalador poderão encontrar as recomendações para a escolha do tipo de rede de terra: tipo A (figura 11) ou tipo B (figura 12), em função do tipo de estrutura, do tipo de dispositivo de captura utilizado e do tipo de solo.

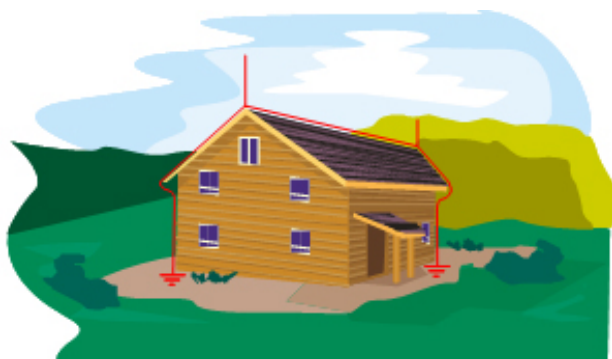


Figura 11: Rede de terra do tipo A.

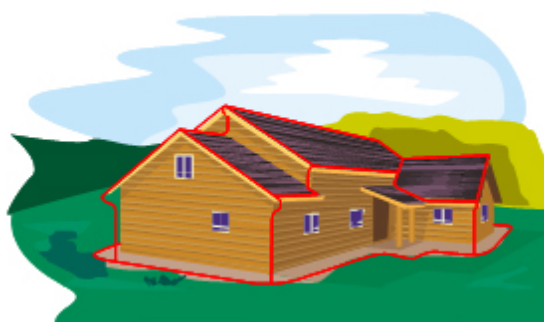


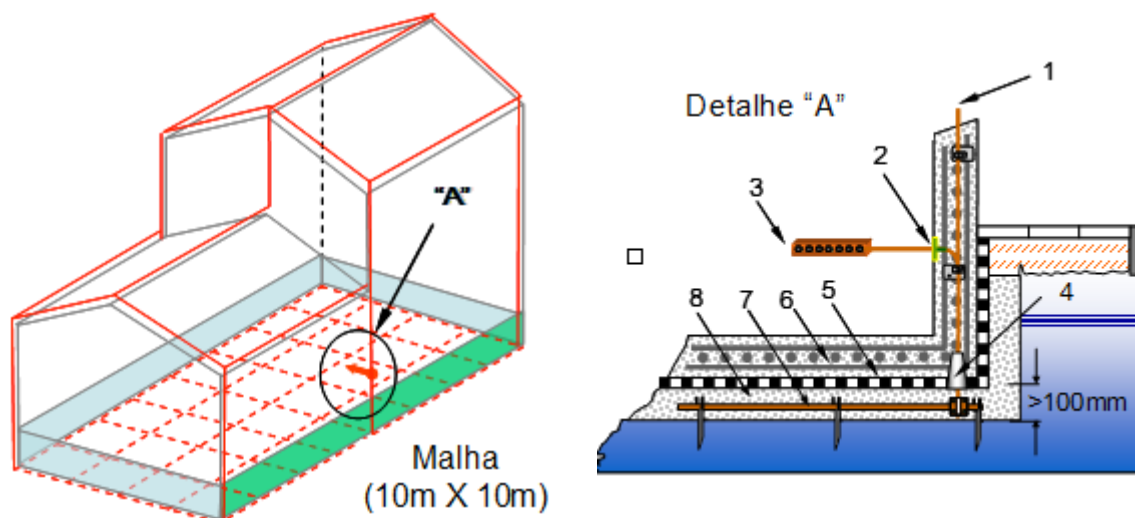
Figura 12: Rede de terra do tipo B.

### Implementação (artigo E.5.4.3):

As redes de terra devem ser concebidas para responderem às seguintes funções:

- Conduzir a corrente da descarga atmosférica à terra;
- Realizar uma ligação equipotencial entre os condutores de baixada;
- Controlar a subida de potencial em torno das partes condutoras dos muros do edifício.

São fornecidas informações detalhadas para a realização de redes de terra eficientes respondendo às funções citadas nos artigos E.5.4.3.2 a E.5.4.3.6. São dadas orientações específicas para as redes de terra em anel, que são altamente recomendadas para as redes de terra dos SPDA, as regras são apresentadas ao detalhe no que diz respeito às armaduras em aço das fundações em betão armado ou no que diz respeito à utilização de condutores específicos complementares embutidos nas fundações em betão armado e ligadas diretamente às armaduras em aço, quando as fundações da estrutura estão em contacto direto com o solo. No artigo E.5.4.3.2, também são dadas as regras detalhadas sobre a posição, conceção e instalação das redes de terra em anel em caso de níveis freáticos altos e se as fundações da estrutura estiverem isoladas da água subterrânea por uma membrana impermeável que cria um isolamento el (figura 10).



Legenda:

- |                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1: Conductor de baixada;              | 5: Camada impermeável;       |
| 2: Terminal de rede de terra;         | 6: Armadura do betão armado; |
| 3: Terminal de ligação equipotencial; | 7: Eléctrodo de terra;       |

4: Negativo de passagem;

8: Betão de limpeza.

Figura 10: Camada impermeável por baixo da fundação da estrutura e rede de terra sob a camada no betão de limpeza constituída por uma malha de dimensão 10m x 10m.

São dadas regras práticas quanto à escolha e realização das redes de terra mais eficazes, do tipo A ou B, consoante o tipo de eléctrodos utilizados: por exemplo radiais, verticais ou horizontais, conforme for a natureza do solo (artigo E.5.4.3.5) e conforme for a utilização e dimensões da estrutura a ser protegida (artigo E.5.4.3.6).

### Materiais e dimensões (artigo E.5.6 e E.5.6.1)

É recomendável que o projetista selecione os componentes do SPDA em conformidade com as normas da série NP EN 62561 e que a conformidade seja controlada pelos projetistas e instaladores pedindo ao fabricante ou ao fornecedor certificados e relatórios dos testes.

O projetista e o instalador do SPDA devem conceber e instalar o mesmo tendo em conta as orientações particulares da estrutura a ser protegida, que podem ser fornecidas pela pessoa responsável pela estrutura, tais como aspetos estéticos da estrutura, esforços eletrodinâmicos produzidos pela corrente da descarga atmosférica, riscos de corrosão devidos à envolvimento específica da estrutura, assim como restrições mecânicas acidentais e previsíveis podendo surgir por causa da expansão térmica, vibrações, neve, etc. Com base nas recomendações do artigo E.5.6.1, os projetistas e instaladores devem escolher e utilizar os materiais de dimensões apropriadas para o SPDA segundo o quadro 1,2,3 e 4 retirados da NP EN 62305-3 e especificar as medidas complementares a tomar. Algumas delas são mencionadas neste artigo.

### Escolha dos materiais (artigo E.5.6.2)

Neste artigo são referidos os quadros 1, 2, 3 e 4 retirados da norma onde as partes interessadas podem encontrar detalhes relativos às dimensões e materiais dos condutores dos SPDA (ver também o artigo E.5.6.2.1).

### Proteção contra a corrosão (artigo E.5.6.2.2)

É altamente recomendável que a instalação dos SPDA seja frequentemente realizada com equipamentos resistentes à corrosão, uma vez que as instalações são frequentemente danificadas pelos efeitos da corrosão devido a erros de má utilização dos metais. O bom conhecimento e a interpretação correta dos princípios deste artigo e sub-artigos pelos projetistas e instaladores de SPDA é muito importante e pode evitar a maioria dos problemas e assim prolongar a duração de vida da instalação do SPDA.

Quem estiver interessado pode encontrar detalhes e informações úteis sobre o comportamento dos metais no solo, no ar (artigo E.5.6.2.2.1) e no betão (artigo E.5.6.2.2.1). Esta informação deve ser tida em conta durante a conceção e instalação do SPDA.

### Instalação interior de proteção contra as descargas atmosféricas (artigo E.6)

Os projetistas e os instaladores de SPDA devem estar atentos ao facto de que as medidas de proteção incluídas neste artigo e nos sub-artigos quanto à proteção interior contra os efeitos da descarga atmosférica têm a mesma importância do que as medidas de proteção exterior contra os efeitos da descarga atmosférica e devem ser tidas em conta para se alcançar uma proteção eficaz.

Tal como indicado neste artigo, o SPDA interior é o mesmo para todos os níveis de proteção à exceção das distâncias de separação. As orientações para o SPDA interior excedem muitas vezes as medidas de equipotencialidade para a instalação com corrente alternada, a sua implementação pode também ser combinada.

### Ligações equipotenciais (artigo E.6.2)

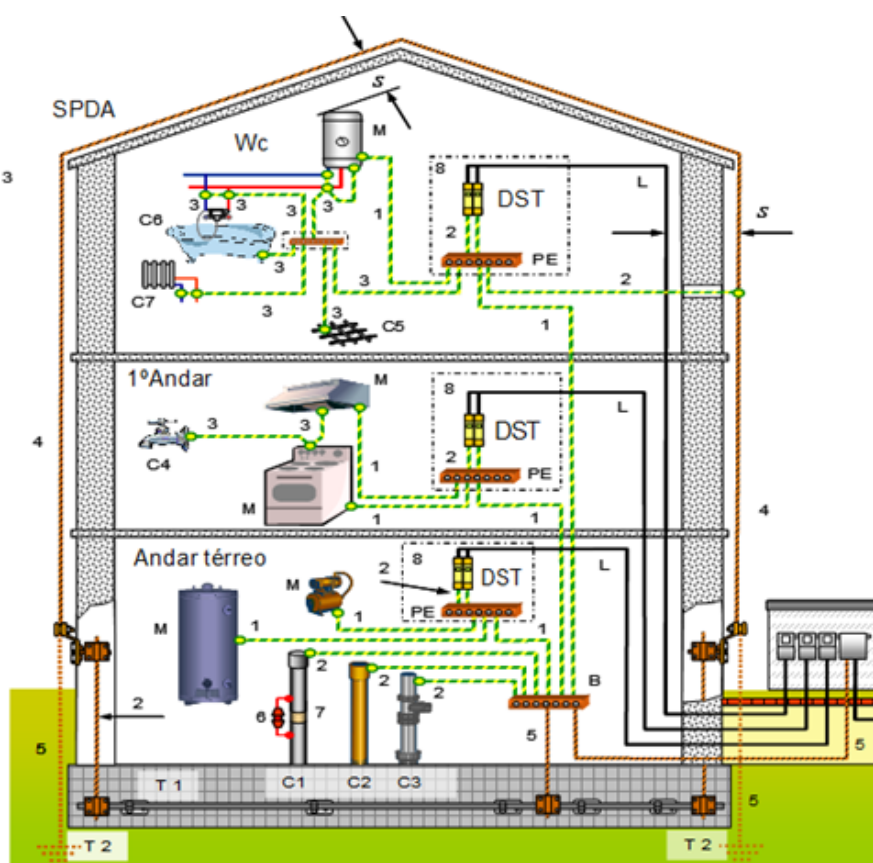
No artigo E.6.2.1 os projetistas e os instaladores de SPDA poderão encontrar informações sobre a utilização dos componentes naturais no SPDA interior. Além disso serão informados que à exceção dos elementos condutores da estrutura, a equipotencialidade deve ser realizada para a instalação elétrica e para os equipamentos de comunicações e sinais. As ligações equipotenciais dos elementos condutores são realizadas por condutores de equipotencialidade em que alguns devem poder suportar uma parte da corrente da descarga atmosférica (artigo E.6.2.1.1). As suas dimensões são dadas nos quadros 8 e 9 do documento, em função da necessidade ou não em suportar uma parte da corrente da descarga atmosférica.

As ligações equipotenciais dos condutores de instalação elétrica, dos equipamentos de comunicações e sinais são realizados através de dispositivos de captura que devem poder suportar uma parte da corrente da descarga atmosférica sem se danificarem. A sua escolha deve ser feita seguindo o artigo 6.2.

### Equipotencialidade dos elementos condutores interiores (artigo E.6.2.2)

Todos os elementos condutores, os equipamentos elétricos e os equipamentos de comunicações e sinais podem ser ligados às ligações equipotenciais (figura 11). Além disso, está mencionado que as canalizações metálicas interiores devem estar todas interligadas e ao mesmo potencial e ao SPDA ao nível do solo a um terminal de equipotencialidade.

São realizadas descrições e existem figuras detalhadas neste artigo no que diz respeito à equipotencialidade das instalações metálicas, ao número e à posição dos terminais de equipotencialidade, podendo ser utilizadas em certas condições. São expostos elementos para as ligações equipotenciais do SPDA e das instalações elétricas e eletrónicas no interior da estrutura a proteger na norma NP EN 62305-4 (artigo E.6.2.4).



Legenda:

M: Instalação metálica dentro da estrutura, (parte condutora acessível, IEV 195-06-10);

C: Instalação metálica dentro da estrutura, (elemento condutor estranho, IEV 195-06-11);

C1: Canalização metálica exterior, por exemplo tubagem metálica de água;

C2: Canalização metálica exterior, por exemplo tubagem metálica de água usada;

C3: Canalização metálica exterior, por exemplo tubagem metálica de gás com camada isolante;

C4: Canalização metálica interior, por exemplo tubagem metálica de água;

C5: Armadura em aço do betão armado;

C6: Instalação metálica dentro da estrutura, por exemplo banheira metálica, (elemento condutor estranho);

C7: Instalação metálica dentro da estrutura, por exemplo (elemento condutor estranho);

B: Terminal de ligação equipotencial ou terminal principal de terra, [IEV 195-02-33];

T1: Rede de terra em anel;

T2: Eléctrodo de terra para SPDA externo se necessário;

SPDA: Sistema de proteção contra descargas atmosféricas;

PE: Terminal de terra para condutores de proteção;

1: Conductor de proteção (PE), [IEV 195-02-09]; 2: Ligações equipotenciais dos serviços exteriores; 3: Ligações equipotenciais das partes condutoras acessíveis segundo HD 60364-5-54; 4: Conductor de baixada do SPDA; 5: Conductor de terra [IEV 195-02-03]; 6: Disruptor; 7: Camada isolante; 8: Quadro baixa tensão.

Figura 11 : Exemplo de ligações equipotenciais dos elementos condutores interiores e ligações equipotenciais dos serviços exteriores.

### Equipotencialidade dos serviços exteriores (artigo E.6.2.5)

As partes condutoras exteriores e as linhas de potência, de comunicações e sinais devem, de preferência, entrar na estrutura próximas do nível do solo numa zona comum. A ligação equipotencial deve ser realizada o mais perto possível da entrada no edifício.

Este artigo dá indicações quanto à escolha do tipo de proteção contra sobretensões em função do tipo de entrada de alimentação no edifício e em função do cabo ser blindado ou não.

Devem ser tomadas ainda medidas de proteção complementares para se reduzir para um nível baixo os efeitos das ondas eletromagnéticas induzidas pela corrente da descarga atmosférica nos edifícios concebidos para os centros informáticos e de telecomunicação.

### Isolamento elétrico de um SPDA exterior (artigo E.6.3)

Para garantir o isolamento elétrico entre a instalação exterior do SPDA e as partes condutoras internas é deve ser mantida a distância de separação “S”, de acordo com o artigo E.6.3 que dá as indicações sobre as regras a serem aplicadas.

### Proteção contra os efeitos das correntes induzidas nos sistemas internos (artigo E.6.4)

O artigo E.6.4 faz referência à NP EN 62305-4 no que diz respeito às medidas de proteção contra as sobretensões induzidas pela corrente da descarga atmosférica nos anéis da instalação interna. Como praticamente todos os

edifícios têm equipamentos elétricos e eletrónicos sensíveis a tais sobretensões, é recomendável que as medidas de proteção sejam consideradas durante a conceção dos SPDA.

### Inspeção das instalações de proteção contra descargas atmosféricas (artigo E.7)

De acordo com o artigo E.7 as inspeções dos SPDA (artigo E.7.1) devem ser realizadas por especialistas da proteção contra as descargas atmosféricas nas seguintes ocasiões particulares:

- Durante a instalação dos SPDA;
- Depois de concluída a instalação;
- Regularmente.

A frequência das inspeções pode ser estabelecida tendo em conta:

- A classificação da estrutura;
- A classe do SPDA;
- As condições da envolvente local.

As inspeções são igualmente recomendáveis em caso de modificação ou de reparação significativa da estrutura protegida, mas também na sequência de qualquer impacto conhecido no SPDA ou na vizinhança. O procedimento recomendado de inspeção comporta:

- A verificação da documentação técnica;
- A verificação visual;
- Os ensaios;
- O relatório de inspeção.

Em conformidade com o artigo E.7.3 a inspeção dos SPDA deve ser realizada regularmente para assegurar que cumprem os requisitos para os quais foram concebidos na origem e no que diz respeito à frequência de inspeção proposta. Se uma inspeção concluir que são necessárias reparações, estas devem ser feitas imediatamente. O plano de manutenção proposto consiste num procedimento de inspeção. O programa de manutenção periódica pode ser estabelecido tendo em conta os seguintes elementos:

- Degradações ligadas às condições atmosféricas e ambientais;
- A exposição ao perigo da descarga;
- O nível de proteção definido para a estrutura.

O procedimento de manutenção recomendado contém:

- A verificação de todos os condutores do SPDA;
- A verificação e a continuidade elétrica da instalação;
- A medida de resistência da terra do sistema de redes de terra;
- A verificação dos elementos de captura;
- A verificação da eficácia do SPDA;
- A documentação de manutenção.

## APLICAÇÕES PRÁTICAS

### a) Casa rural

A casa está auto protegida no exemplo dado na NP EN 62305-2. Não há, portanto, necessidade de proteção.

### b) Centro informático

A fim de determinar as proteções a serem instaladas iremos estudar o método das malhas para esta estrutura de dois andares com telhado plano composto por um só elemento elevado.

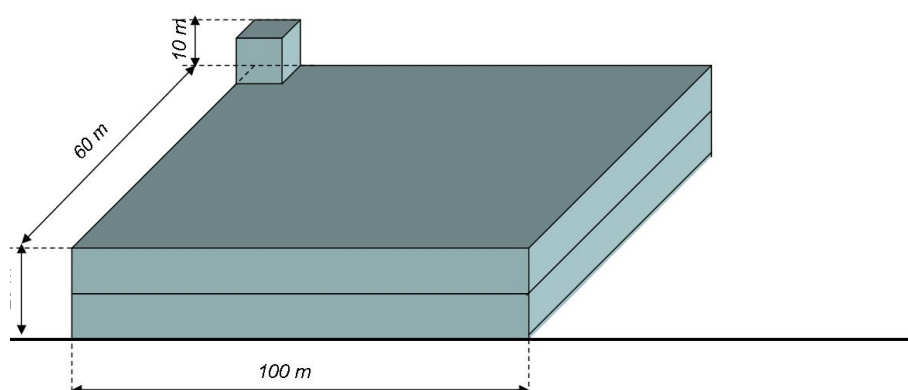


Figura 12: Centro informático

Ficou concluído através da análise do risco que o centro informático necessita da implementação de um dispositivo de nível IV. Em conformidade com o quadro 2 da NP EN 62305-3, para um nível de proteção IV, a dimensão das malhas deve ser  $w=20m$ .

A figura 13 mostra a malha (azul) a ser implementada no centro informático.

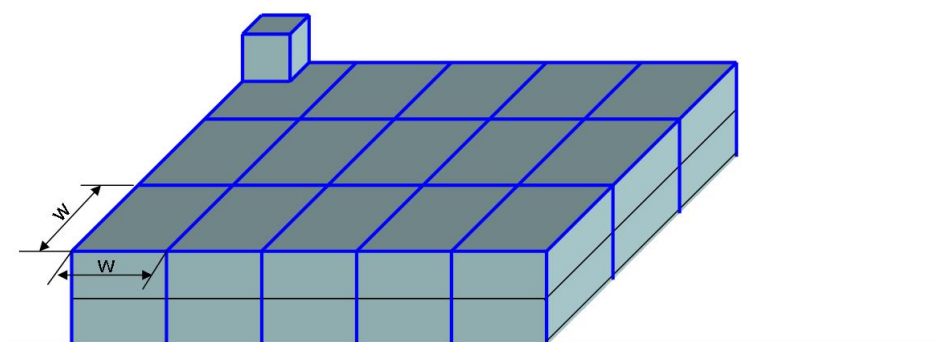


Figura 13: Malha do centro informático.

A rede de terra será uma rede de terra do tipo B (Parágrafo 5.4.2.2 da norma NP EN 62305-3). Um condutor de terra será disposto em anel exterior no perímetro do centro informático, que ficará a cerca de 1 m do edifício, a uma profundidade de pelo menos 50 cm e cobrirá pelo menos 80% do perímetro do edifício (Parágrafo 5.4.3 da norma NP EN62305-3).

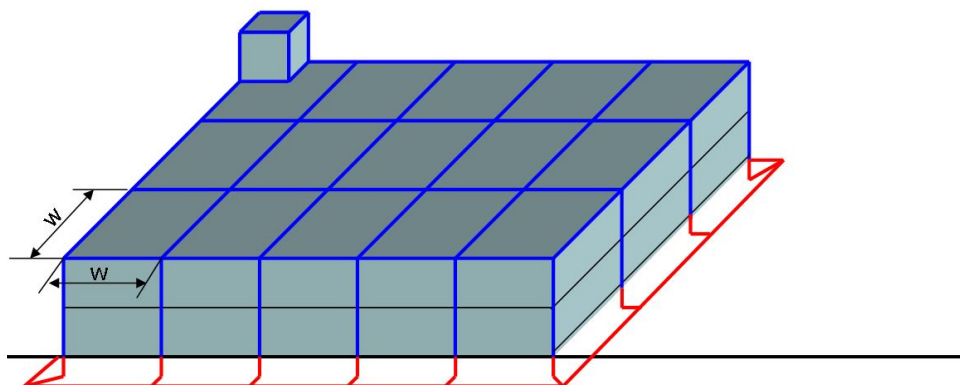


Figura 14: Anel de terra (Tipo B).

As pontas captoras são dispostas em redor do edifício nas interseções das malhas nos elementos salientes.

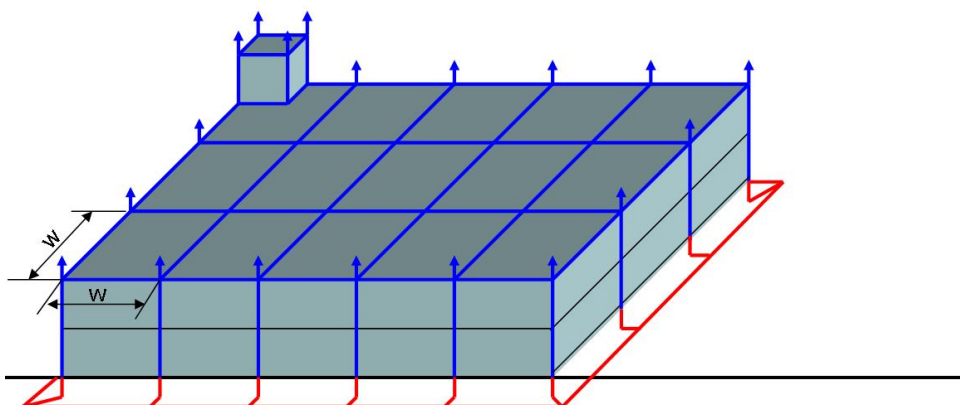


Figura 15: Pontas captoras nos elementos salientes.

A distância de separação é calculada para  $n=16$  no caso do ar e do betão. A figura 16 mostra a distância de separação  $s$ , em metros, em função do trajeto  $L$ , em metros, entre o ponto de observação e o ponto de equipotencialidade mais próximo.

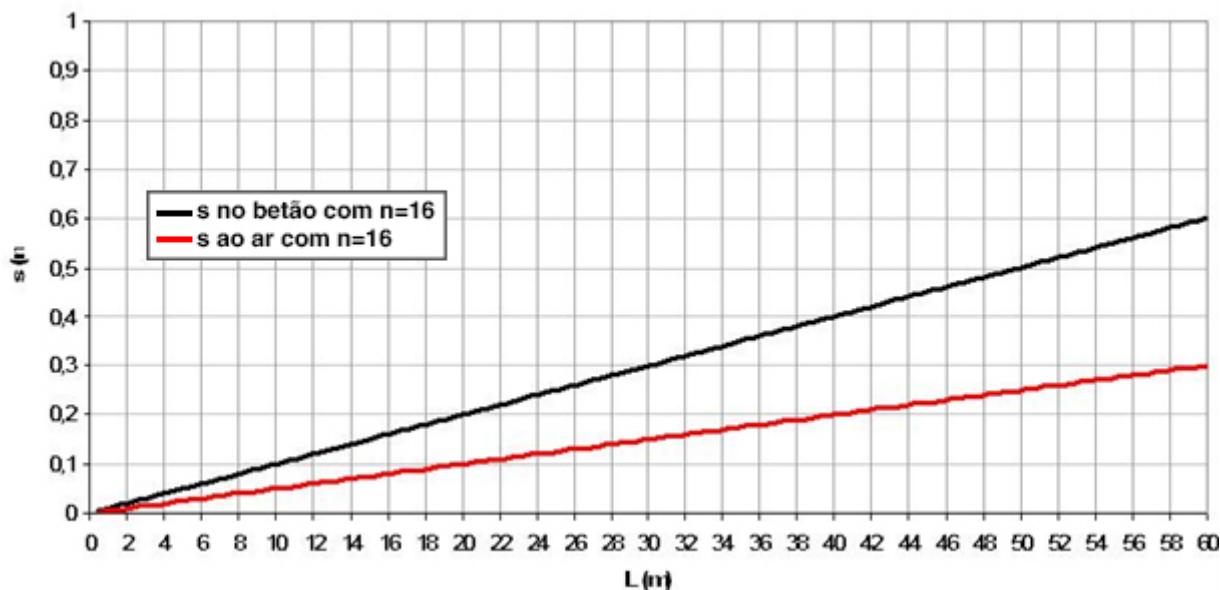


Figura 16: Distância de separação

### c) Armazém logístico

No âmbito de determinar as proteções a serem implementadas, iremos estudar o método da esfera fictícia. Iremos fazer rolar uma esfera com um determinado raio definido através da avaliação do risco no edifício.(figura 17).



Figura 17: Armazém logístico sem proteção contra a descarga atmosférica

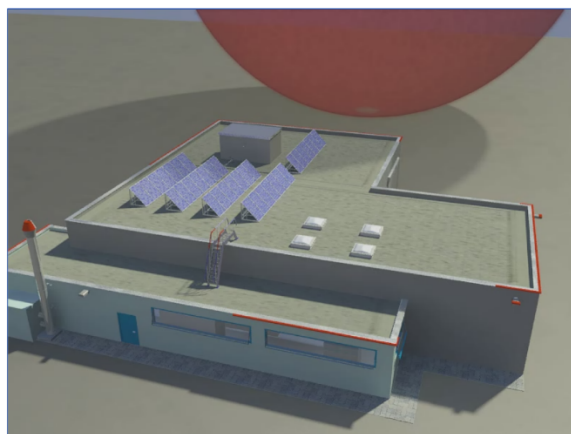


Figura 18: Método da esfera rolante

Os contatos entre a esfera e o edifício são representados em vermelho na figura 18 e devem ser protegidos contra os impactos diretos. Na figura 19, encontramos um sistema de proteção contra descargas atmosféricas com nível de proteção III. O objetivo é colocar as pontas captoras para cobrirem os sítios onde a esfera rolante toca na estrutura, respeitando as distâncias de separação que foram calculadas e ilustradas na figura 20.

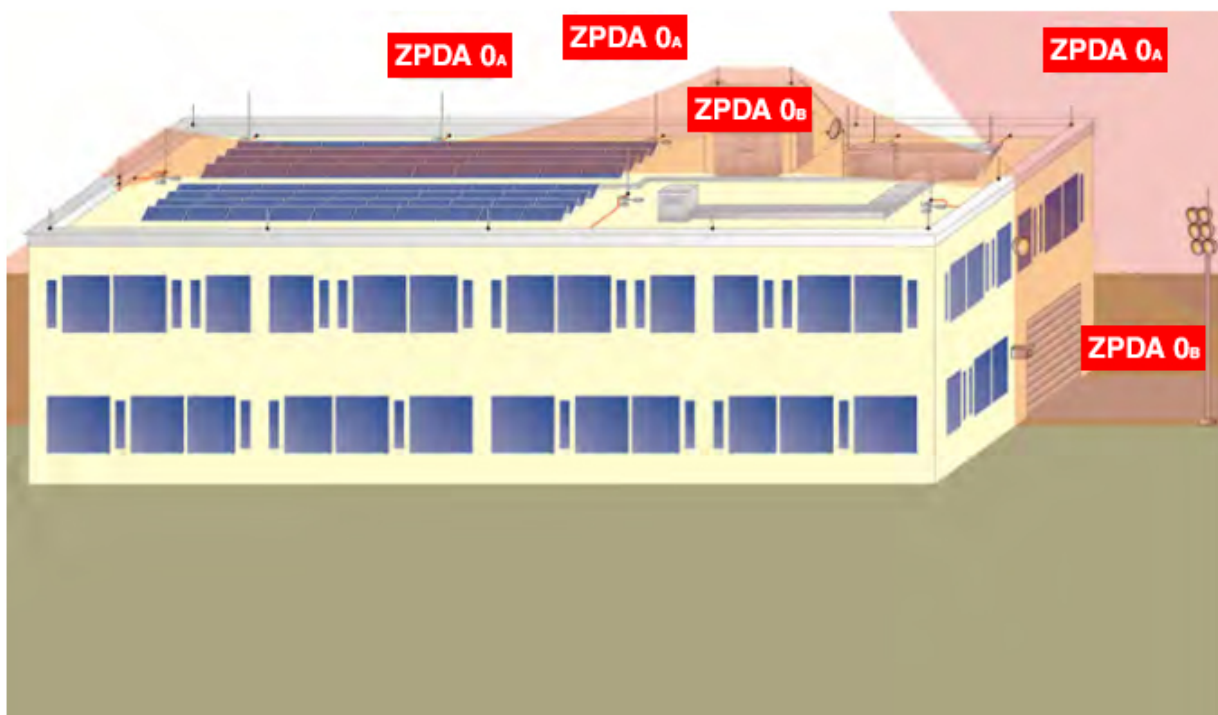


Figura 19: Dimensionamento da proteção contra descargas atmosféricas segundo a norma NP EN 62305-3.

Neste exemplo, os condutores de baixa estão integrados na estrutura.

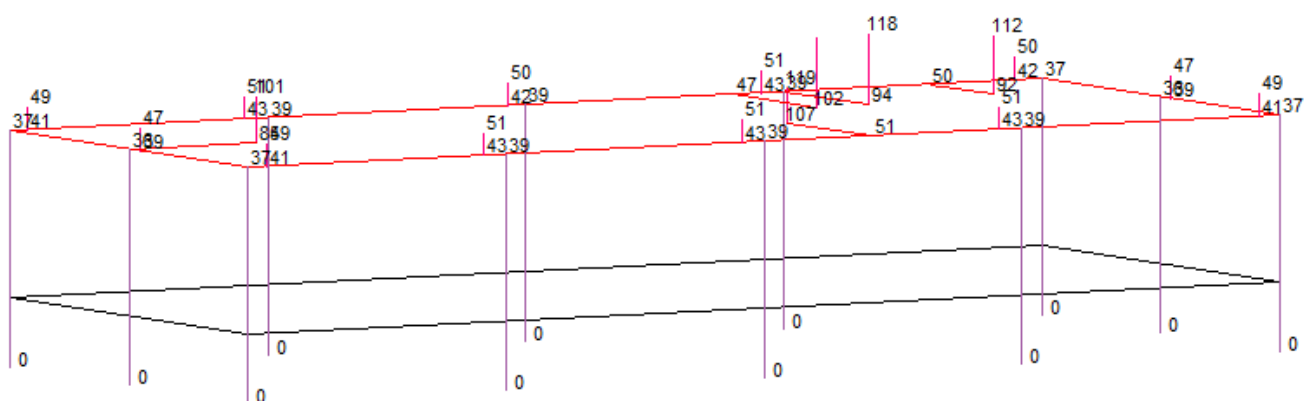


Figura 20: Cálculo das distâncias de separação (cm).

O cálculo da distância de separação, foi efetuado com a ajuda de um software. Como os condutores de baixa estão integrados no betão, neste exemplo não precisamos de calcular as distâncias de separação para as baixadas.

O edifício em causa é um local logístico dotado de um SPDA de acordo com a norma NP EN 62305-3. A figura 21, mostra os condutores de baixa integrados na estrutura e na rede de terra integrada na fundação.

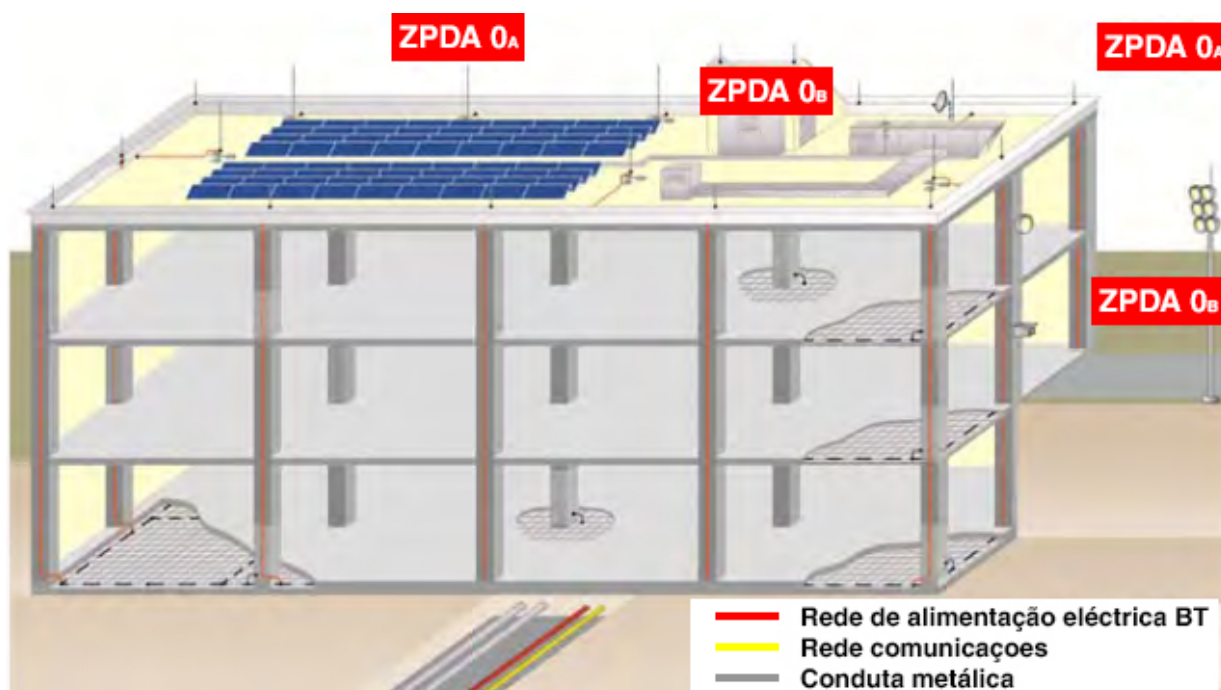


Figura 21: Local logístico com uma proteção contra descargas atmosféricas segundo a norma NP EN 62305-3

## REFERÊNCIAS ÚTEIS

NP EN 62305-1 Edição 2

NP EN 62305-2 Edição 2

NP EN 62305-3 Edição 2

NP EN 62305-4 Edição 2

NP EN 50164 (série)

NP EN 61643-11

NP EN 61643-21

CLC TS 61643-12

CLC TS 61643-22



**PORTO:**

Rua de S. Gens, 3717, 4460-817 Custóias, Portugal  
T: 229 570 000 | F: 21 471 72 52 | GPS: 41.191619, -8.637967 | E: [info@iep.pt](mailto:info@iep.pt)

**LISBOA:**

Polo Tec. de Lisboa, R. António Champalimaud Lt. 1, Ed. CID 1.º Piso, Sala 103, 1600-546 Lisboa, Portugal  
T: 214 717 250 | F: 21 471 72 52 | GPS: 38.769506, -9.180343 | E: [info@iep.pt](mailto:info@iep.pt)