



DIÁRIO DA REPÚBLICA

ÓRGÃO OFICIAL DA REPÚBLICA DE ANGOLA

Preço deste número - Kz: 550,00

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Toda a correspondência, quer oficial, quer relativa a anúncio e assinaturas do «Diário da República», deve ser dirigida à Imprensa Nacional - E.P., em Luanda, Rua Henrique de Carvalho n.º 2, Cidade Alta, Caixa Postal 1306, www.impresnanacional.gov.ao - End. teleg.: «Imprensa».</p> | ASSINATURA | | <p>O preço de cada linha publicada nos Diários da República 1.ª e 2.ª série é de Kz: 75.00 e para a 3.ª série Kz: 95.00, acrescido do respectivo imposto do selo, dependendo a publicação da 3.ª série de depósito prévio a efectuar na tesouraria da Imprensa Nacional - E. P.</p> |
| | Ano | | |
| | As três séries | Kz: 470 615.00 | |
| | A 1.ª série | Kz: 277 900.00 | |
| | A 2.ª série | Kz: 145 500.00 | |
| A 3.ª série | Kz: 115 470.00 | | |

SUMÁRIO

Presidente da República

Decreto Presidencial n.º 63/15:

Aprova a Norma Angolana sobre a Protecção Contra Descargas Atmosféricas. — Revoga toda a legislação que contrarie o disposto no presente Diploma.

Decreto Presidencial n.º 64/15:

Aprova sob regime contratual, o projecto de investimento «DIFERREIRA — Comércio Geral, Importação e Exportação, Lda.», no valor de USD 221.256.000,00, bem como o Contrato de Investimento.

Despacho Presidencial n.º 20/15:

Aprova o Acordo de Financiamento do Projecto de Estudo para a Actualização do Plano Director para o Sector dos Transportes, celebrado entre a República de Angola, representada pelo Ministro do Planeamento e Desenvolvimento Territorial e o Fundo Africano de Desenvolvimento (FAD), no valor global de UA 2.900.000, equivalentes a USD 4.942.000,00.

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Decreto Presidencial n.º 63/15 de 9 de Março

Considerando o facto de Angola localizar-se numa zona susceptível à ocorrência de fenómenos atmosféricos intensos, como descargas atmosféricas, há necessidade de adoptar-se medidas eficientes e eficazes que permitam a redução dos riscos causados por este tipo de fenómenos;

Havendo necessidade de se aprovar a Norma Angolana sobre a Protecção Contra Descargas Atmosféricas, instrumento de carácter técnico que regula o uso, a instalação, inspecção e a manutenção de sistemas contra descargas atmosféricas, fazendo recurso às melhores práticas internacionais, adaptadas à realidade angolana;

O Presidente da República decreta, nos termos da alínea l) do artigo 120.º e do n.º 3 do artigo 125.º, ambos da Constituição da República de Angola, o seguinte:

ARTIGO 1.º (Aprovação)

É aprovada a Norma Angolana sobre a Protecção Contra Descargas Atmosféricas, anexa ao presente Decreto Presidencial e que dele é parte integrante.

ARTIGO 2.º (Revogação)

É revogada toda a legislação que contrarie o disposto no presente Diploma.

ARTIGO 3.º (Dúvidas e omissões)

As dúvidas e omissões suscitadas na interpretação e aplicação do presente Decreto Presidencial são resolvidas pelo Presidente da República.

ARTIGO 4.º (Entrada em vigor)

O presente Diploma entra em vigor na data da sua publicação. Apreciado em Conselho de Ministros, em Luanda, aos 29 de Outubro de 2014.

Publique-se.

Luanda, aos 31 de Dezembro de 2014.

O Presidente da República, JOSÉ EDUARDO DOS SANTOS.

NORMA ANGOLANA SOBRE PROTECÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Preâmbulo

O Instituto de Normalização e Qualidade (IANORQ) foi criado a 25 de Outubro de 1996, através do Decreto n.º 31/96, que aprova os seus estatutos, publicado no *Diário da República* n.º 45, I Série, e revogado pelo Decreto Executivo Conjunto n.º 44/05, de 11 de Abril.

O Regulamento do Sistema Angolano da Qualidade aprovado pelo Decreto n.º 83/02, de 6 de Dezembro, confere ao IANORQ as atribuições de assegurar a efectivação dos

princípios básicos de credibilidade, abertura, aplicabilidade e de gestão integrada pelos quais se rege o sistema de infra-estruturas institucionais para a qualidade em Angola.

No contexto da Normalização, o IANORQ é a instituição responsável pela elaboração e promulgação das Normas Angolanas, bem como pela revisão periódica das mesmas. Compete-lhe também, em conjunto com outros organismos, fomentar a adopção e aplicação das Normas Angolanas em todo o território nacional.

As Normas Angolanas visam divulgar, aplicar e consolidar metodologias e elementos técnicos de modo a harmonizar e desenvolver as práticas da qualidade e de Sistemas de Gestão, nas organizações angolanas produtoras de bens e serviços.

A elaboração da Norma Angolana orienta-se por princípios fundamentais e procedimentos documentados, aplicados à generalidade dos países. Os princípios são os do «Código de Boas Práticas para Elaboração, Adopção e Aplicação de Normas», Anexo 3 do Acordo sobre os Obstáculos Técnicos ao Comércio da Organização Mundial do Comércio. Tais procedimentos, embora variem de país para país, seguem em linhas gerais as práticas adoptadas no quadro dos trabalhos da Organização Internacional de Normalização (ISO).

Introdução

A presente Norma específica, no estado actual do conhecimento e da tecnologia, os requisitos para conceber um projecto para uma protecção satisfatória contra descargas atmosféricas, das estruturas (tais como prédios, instalações, equipamentos, entre outras) e áreas abertas (áreas de armazenamento, áreas de lazer ou desportivas, entre outras) por sistemas de protecção contra descargas atmosféricas e fornece as directivas sobre os meios para realizar esta protecção.

Uma instalação de protecção contra descargas atmosféricas concebida e construída de acordo com a presente Norma não pode, como em tudo o que conceme a fenómenos naturais, garantir a protecção absoluta de estruturas, pessoas ou objectos. Contudo, a aplicação desta Norma deve reduzir significativamente o risco de danos causados por descargas atmosféricas em estruturas ou áreas abertas protegidas.

As disposições descritas na presente Norma representam as condições mínimas para garantir uma protecção estatisticamente eficaz.

A série de normas internacionais IEC 62305 não trata da tecnologia de pára-raios com dispositivo de avanço da ionização. Desta forma, a presente Norma Angolana (NA) inclui também os requisitos de concepção de um pára-raios com dispositivo de avanço da ionização, bem como as regras de instalação de um sistema de protecção contra descargas atmosféricas mediante este dispositivo.

Esta Norma faz referência à série de normas internacionais IEC 62305 e utiliza, sempre que necessário, as disposições nela referidas para a concepção e construção do sistema de protecção contra descargas atmosféricas.

1. Objectivo

A presente Norma Angolana (NA) fornece os requisitos para protecção de uma estrutura contra danos físicos, através de um Sistema de Protecção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), e para protecção contra lesões em seres vivos devido a tensões de contacto e tensões de passo na vizinhança do SPDA. Esta Norma fornece princípios gerais a serem aplicados para protecção de estruturas contra descargas atmosféricas, incluindo não apenas seres vivos mas também os serviços e conteúdo, e aplica-se a:

Projecto, instalação, inspecção e manutenção de um SDPA sem limitação de altura;

Estabelecimento de medidas de protecção contra lesões a seres vivos devido ao contacto e tensões de passo.

A presente NA fornece, também, um procedimento de avaliação de risco para uma estrutura devido a descargas atmosféricas.

Finalmente, a presente NA fornece igualmente informações relativas às características dos sistemas de detecção avançada de trovoadas assim como informações para avaliar os dados relativos às descargas atmosféricas em tempo real e/ou dados sobre a acumulação eléctrica de uma tempestade de modo a colocar em prática medidas preventivas contra os perigos que representam as descargas atmosféricas.

2. Referências Normativas

Os documentos a seguir mencionados foram utilizados para a elaboração da presente Norma e devem ser usados como referência para a aplicação da mesma. Para referências não datadas, aplica-se a última edição do documento referenciado (incluindo as emendas).

NP4426:2013 - Protecção contra descargas atmosféricas. Sistemas com dispositivo de ionização não radioactivo

NF C 17-102:2011 - *Protection against Lightning Early streamer emission lightning protection systems*

Protecção contra descargas atmosféricas - Sistemas com dispositivo de ionização não radioactivo

IEC 62305-1 Ed2.0: 2010 *Protection against lightning - Part 1: General principles*

Protecção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Requisitos Gerais

IEC 62305-2 Ed2.0: 2010 *Protection against lightning - Part 2: Risk management*

Protecção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gestão do Risco

IEC 62305-3 Ed2.0: 2010 *Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

Protecção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e riscos humanos

IEC 62305-4 Ed2.0: 2010 *Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

Protecção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas eléctricos e electrónicos em estruturas

IEC 62561 *Lightning protection system components (LPSC)*

Componentes do sistemas de protecção contra descargas atmosféricas

EN 50550:2011 *Power frequency overvoltage protective device for household and similar applications*

Dispositivos de protecção contra sobretensões para casas e aplicações similares

IEC 61643-11 *Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and tests*

Dispositivos de protecção contra as sobretensões conectados às redes de distribuição de baixa tensão - Parte 11: Requisitos e ensaios

IEC 61643-12 *Low-voltage surge protective devices - Part 12: Surge protective devices connected to Low-voltage power distribution systems - Selection and application principles*

Dispositivos de protecção contra as sobretensões conectados às redes de distribuição de baixa tensão - Parte 12: Selecção e princípios de aplicação

EN 50536:2011 *Protection against lightning - Thunderstorm warning systems*

Protecção contra descargas atmosféricas - Detectores de Trovoada

SANS 10313:2010 *Protection against lightning - Physical damage to structures and life hazard*

Protecção contra descargas atmosféricas - Danos físicos a estruturas e riscos humanos

3. Termos e Definições

Para efeitos desta NA, aplicar-se-ão as seguintes definições:

3.1. Acções preventivas

Acções de natureza temporária, tomadas com base na informação preventiva e previstas nos planos de emergência de cada actividade, serviço ou colectividade.

3.2. Alarime

Informação indicando que o objecto está susceptível a ser afectado por descargas atmosféricas e eventos relacionados.

3.3. Anel de terra

Eléctrodo de terra formado por um circuito fechado, podendo realizar-se debaixo da terra ou à superfície.

3.4. Arco perigoso

Arco eléctrico causado por uma descarga atmosférica que provoca danos físicos dentro da estrutura a proteger.

3.5. Barra de ligação equipotencial

Também designado como barramento de equipotencial, é utilizada para ligar os componentes naturais, condutores de baixada, condutores de terras, bainhas, blindagens que protegem os condutores e cabos de telecomunicações ou outro sistema de protecção contra descargas atmosféricas.

3.6. Caixa de medição de terra

Dispositivo concebido e colocado de modo a facilitar os ensaios e medições eléctricas dos elementos do sistema de protecção contra descargas atmosféricas.

NOTA — Este dispositivo pode chamar-se ligador amovível ou junta de controlo.

3.7. Classe de SPDA

Número da classificação de um SPDA de acordo com o nível de protecção (N_p) para o qual está desenhado.

3.8. Componente do risco (RX)

Risco parcial que depende da causa e do tipo de dano.

3.9. Componente natural

Elemento condutor que faz parte da estrutura, não instalado especificamente para a protecção de descargas atmosféricas, mas que pode ser usado em conjunto com o SPDA ou, em alguns casos, funcionar como uma ou mais partes do SPDA.

NOTA — Exemplos do uso deste termo incluem:

- Dispositivo captor natural;
- Condutor de baixada natural;
- Eléctrodo de terra natural.

3.10. Condutor de baixada

Parte do sistema externo de protecção contra descargas atmosféricas que se destina a conduzir a corrente da descarga atmosférica desde o dispositivo captor até ao sistema de terra.

3.11. Corrente de choque (I_{imp})

Corrente de pico (I_{pico}), definida por uma carga Q e uma energia específica W/R.

3.12. Danos físicos

Danos que afectam a estrutura, conteúdo ou um serviço, devido aos efeitos mecânicos, térmicos, químicos e explosivos das descargas atmosféricas.

3.13. Densidade de descargas atmosféricas (N_p)

Número de descargas atmosféricas por km² por ano.

3.14. Descarga ao solo (CG)

Descarga eléctrica de origem atmosférica entre a nuvem e o solo, consistindo em um ou mais impactos.

3.15. Descarga atmosférica

Descarga eléctrica produzida por uma trovoada. Esta descarga poderá ocorrer no seio de uma nuvem, entre nuvens, entre o ar e nuvens, entre a nuvem e o solo ou entre o solo e a nuvem.

3.16. Descarga entre nuvem (IC)

Descarga atmosférica que nunca atinge o solo, podendo ser uma descarga no interior da nuvem, entre nuvens ou nuvem-ar.

NOTA — Por extensão, o termo «interior da nuvem» (IC) às vezes engloba o conjunto da descarga total da nuvem.

3.17. Detectores de trovoada

Equipamento capaz de avaliar um ou mais parâmetros associados com o mecanismo eléctrico da trovoada.

NOTA — Os detectores de trovoada poderão ser constituídos por um detector simples ou uma rede de detectores interligados.

3.18. Dispositivo captor

Parte do sistema externo do SPDA que utiliza elementos metálicos, tais como pontas, PDI, malhas protectoras ou condutores suspensos, destinados a interceptar os raios.

3.19. Dispositivo de teste remoto do PDI

Componente que permite comprovar à distância o correcto funcionamento do pára-raios após instalação.

3.20. Distância de separação

Distância entre duas partes condutoras na qual nenhum arco perigoso pode ocorrer.

3.21. Eficácia do PDI (ΔT)

Diferença, em microssegundos, entre o tempo de emissão do traçador ascendente de um dispositivo captor PDI e um dispositivo captor de haste simples (PHS), medido em laboratório sob as condições definidas no presente documento. Também identificado como ganho no tempo à iniciação do traçador ascendente, ou simplesmente avanço à ionização.

3.22. Eléctrodo de terra

Parte do sistema de terra responsável pelo contacto eléctrico directamente com a terra, dispersando a corrente de descarga para o solo.

3.23. Elementos condutores externos

Elementos metálicos que entram ou saem da estrutura a ser protegida, tais como canalizações, elementos de cabos metálicos, condutas metálicas, entre outros, que podem transportar uma parte da corrente de descarga.

3.24. Equipotencialização

Interligação ao SPDA de elementos condutores externos, através de ligação directa ou disruptor de equipotencialização, para reduzir a diferença de potencial causada pela corrente de descarga.

3.25. Estrutura a proteger

Estrutura para a qual é necessária a protecção contra os efeitos de descargas atmosféricas de acordo com a presente Norma.

NOTA — A estrutura a proteger pode fazer parte de uma estrutura de maiores dimensões.

3.26. Estruturas com risco de explosão

Estruturas contendo materiais explosivos sólidos ou zonas perigosas, conforme determinado nas Normas IEC 60079-10-1 e na IEC 60079-10-2.

3.27. Estruturas perigosas para o ambiente

Estruturas que possam estar na origem de emissões biológicas, químicas e radioactivas, no seguimento de um impacto de descarga atmosférica, tais como locais com substâncias químicas, petroquímicas, nucleares, entre outros.

3.28. Evento perigoso (LRE)

Descarga eléctrica numa estrutura ou na proximidade de uma estrutura a proteger; ou numa linha ou perto de uma linha ligada à estrutura a proteger e que poderá causar danos.

3.29. Explosor de isolamento

Componente que isola as várias partes condutoras da instalação, com uma distância de descarga.

NOTA — Em caso de descarga atmosférica, as partes da instalação são temporariamente ligadas segundo a capacidade de descarga.

3.30. Falha de sistemas eléctricos e electrónicos

Danos permanentes nos sistemas eléctricos e electrónicos devido a um CAED.

3.31. Choque atmosférico electromagnético da descarga atmosférica (CAED)

Efeitos electromagnéticos da corrente da descarga atmosférica.

NOTA — Compreende as sobretensões conduzidas, bem como os efeitos do campo electromagnético.

3.32. Instalações metálicas

Peças de metal na estrutura a ser protegida, que podem formar um caminho para a corrente de descarga, tais como condutas, escadas, guias para elevadores, ventilação, condutas de aquecimento e ar condicionado, aço reforçado interconectado ou peças metálicas estruturais.

3.33. Lesões de seres vivos

Ferimentos ou lesões permanentes, incluindo resultantes em morte, de pessoas ou animais, devido às tensões de contacto e de passo causados por uma descarga atmosférica.

3.34. Ligação equipotencial

Interligação ao SPDA, das partes condutoras separadas de uma instalação por ligações directas ou através de protectores de sobretensões, reduzindo as diferenças de potencial causadas pela corrente de descarga atmosférica.

3.35. Linha

Linha de potência ou de telecomunicação ligada a uma estrutura a proteger.

3.36. Medidor do campo eléctrico (FSM)

Dispositivo que monitoriza de forma contínua o campo electrostático atmosférico associado às trovoadas (exemplo: moinho de campo).

3.37. Nível de aviso

Estado actual do alarme.

3.38. Nível de protecção contra descargas atmosféricas (N_p)

Valor associado ao conjunto de parâmetros da corrente da descarga atmosférica, indicando a probabilidade de que os valores de concepção máximo e mínimo associados não serão ultrapassados se a descarga atmosférica aparecer de uma forma natural.

NOTA — O nível de protecção contra descargas atmosféricas é utilizado para projectar as medidas de protecção; depende do jogo de parâmetros adequados da corrente da descarga atmosférica.

3.39. Número de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas com impacto na proximidade de uma estrutura (N_M)

Número médio anual de eventos perigosos previsível, devido a impacto de descargas atmosféricas na proximidade de uma estrutura.

3.40. Número de eventos perigosos causados por impacto de descargas atmosféricas na proximidade de uma linha (N_L)

Número médio anual de eventos perigosos previsível, devido a impacto de descargas atmosféricas na proximidade de uma linha.

3.41. Número de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas com impacto sobre uma estrutura (N_D)

Número médio anual de eventos perigosos previsível, devido a impacto de descargas atmosféricas numa estrutura.

3.42. Número de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas com impacto sobre uma linha (N_L)

Número médio anual de eventos perigosos, previsíveis, causados por descargas atmosféricas devido a impacto sobre uma linha.

3.43. Pára-raios com dispositivo de ionização (PDI)

Pára-raios que, nas mesmas condições, gera um traçador ascendente de inicialização mais rápido que um pára-raios de ponta simples.

NOTA — Um pára-raios com dispositivo de ionização é composto por uma ponta de captura, um dispositivo de ionização, um elemento de fixação e uma ligação aos condutores de baixada.

3.44. Pára-raios de haste simples (PHS) de referência

Haste metálica de forma geométrica definida na presente Norma a fim de servir como referência.

3.45. Perda (L_x)

Valor médio de perdas (pessoas e bens) resultantes de um tipo específico de dano devido a um evento perigoso, em relação ao valor (de pessoas e bens) do objecto a proteger.

3.46. Ponto de impacto

Local onde uma descarga atmosférica entra em contacto com a terra, estrutura ou sistema protecção contra descargas atmosféricas.

3.47. Probabilidade de dano (P_x)

Probabilidade de um evento perigoso causar danos a, ou dentro de, uma estrutura a proteger.

3.48. Protectores coordenados

Conjunto de protectores de sobretensão, coordenados e instalados correctamente para reduzir danos nos equipamentos eléctricos e electrónicos de telecomunicações e de dados.

3.49. Protector de sobretensões (SPD)

Dispositivo destinado a limitar as sobretensões transitórias e a escoar as correntes da descarga atmosférica. Inclui, pelo menos, um componente não linear.

3.50. Risco (R)

Valor da perda média anual, de pessoas e bens, devido a descargas atmosféricas, em relação ao valor total de pessoas e bens do objecto a proteger.

3.51. Risco tolerável (R_T)

Valor máximo de risco que pode ser tolerado pela estrutura a proteger.

3.52. SPDA isolado

SPDA, no qual o seu dispositivo captor e respectivo condutor de baixada estão posicionados de maneira a que o caminho da corrente da descarga não entre em contacto com a estrutura a proteger.

NOTA — Num SPDA isolado os arcos perigosos entre o SPDA e a estrutura são evitados.

3.53. SPDA não isolado

SPDA, no qual o seu dispositivo captor e respectivo condutor de baixada estão posicionados de maneira a que o caminho da corrente da descarga pode estar em contacto com a estrutura a proteger.

3.54. Sistema de aviso de trovoadas (TWS)

Sistema composto por detectores de trovoadas capazes de monitorizar, na zona de monitorização, a actividade tempestuosa e, mediante um sistema de processamento de dados, elaborar um aviso válido relativo a eventos associados à trovoadas para um determinado objecto.

3.55. Sistema de medidas de protecção contra CAED (SMPI)

Instalação completa de medidas de protecção contra CAED para os sistemas internos.

3.56. Sistema de protecção contra descargas atmosféricas (SPDA)

Sistema completo usado para reduzir os danos físicos devido às descargas atmosféricas numa estrutura, compreendendo tanto os sistemas de protecção externos como os internos.

3.57. Sistema de terra

Parte de um SPDA projectado para conduzir e dissipar a corrente da descarga atmosférica no solo.

3.58. Sistema externo de protecção contra descargas atmosféricas

Parte do sistema de protecção contra descargas atmosféricas constituído por elementos captadores, condutores de baixada e sistemas de terra.

3.59. Sistema interno

Compreende as instalações eléctricas e electrónicas dentro de uma estrutura.

3.60. Superfície de captura equivalente de uma estrutura (A_d)

Superfície do solo plana sujeita ao mesmo número de descargas atmosféricas que a estrutura a proteger.

3.61. Tempo de resposta (LT)

Tempo que decorre entre o início do alarme e o instante efectivo de aparição do primeiro evento associado à trovoadas sobre o objecto.

3.62. Tensão nominal de impulso suportada (U_w)

Valor da tensão de impulso definido pelo fabricante, para o equipamento ou parte dele, caracterizando a capacidade específica do seu isolamento suportar a sobretensão.

NOTA — Para fins desta Norma, apenas se considera a tensão suportada entre os condutores activos e a terra.

3.63. Trovoadas

Trovoadas locais produzidas por uma nuvem cúmulo-nimbo acompanhada de descargas atmosféricas e trovões.

3.64. Zona de protecção contra descargas atmosféricas (ZPDA)

Zona onde o ambiente electromagnético da descarga atmosférica é definido.

NOTA — As fronteiras de uma ZPDA não são necessariamente físicas (por exemplo, paredes, tecto, pavimento, entre outros).

3.65. Zona de uma estrutura (Z_s)

Parte de uma estrutura, cujas características são homogéneas e em que um conjunto de parâmetros são utilizados para avaliar um componente de risco.

4. Cálculo de Risco

4.1. Explicação dos termos

4.1.1. Danos e perdas

4.1.1.1. Fonte dos danos

A corrente da descarga atmosférica é a principal fonte dos danos. As seguintes origens são definidas pelo ponto de impacto (ver Tabela 1):

- SI: Impacto directo na estrutura;
- S2: Impacto na vizinhança da estrutura;
- S3: Impacto directo numa linha ligada à estrutura;
- S4: Impacto na vizinhança de uma linha ligada à estrutura.

4.1.1.2. Tipos de danos

Os danos causados pela descarga atmosférica dependem das características dos objectos a proteger. Algumas das características mais importantes são o tipo de construção, o conteúdo e função, o tipo de serviço e as medidas de protecção existentes.

Para aplicações práticas da análise do risco, é aconselhável distinguir entre três tipos básicos de danos que podem aparecer como consequências das descargas. Estes tipos são os seguintes (ver Tabela 1):

- D1: Danos em pessoas e animais;
- D2: Danos físicos;
- D3: Falha nos sistemas eléctricos e electrónicos.

Os danos na estrutura, causados pela descarga atmosférica podem ser limitados a uma parte da estrutura ou podem estender-se a toda a estrutura. Pode envolver estruturas próximas ou o ambiente (exemplo: emissões químicas ou radioactivas).

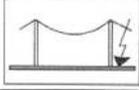
4.1.1.3. Tipo de perdas

Cada tipo de dano, só ou associado a outros, pode provocar perdas diferentes consecutivas nos objectos a proteger. O tipo de perda que pode surgir depende das características do próprio objecto e do seu conteúdo.

Os tipos de perdas a serem levados em consideração (ver Tabela 1) são:

- L1: perdas de vidas humanas;
- L2: perdas de serviços públicos;
- L3: perdas de bens culturais, antigos;
- L4: perdas de valores económicos (estruturas e seus conteúdos).

Tabela 1 — Fonte de danos, tipos de danos e tipos de perdas de acordo com o ponto de impacto

| Ponto de impacto | Fonte do dano | Estrutura | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|
| | | Tipo de dano | Tipo de perda |
|  | S1 | D1 D2 D3 | L1, L4 ^{b)} L1, L2, L3, L4 L1 ^{a)} , L2, L4 |
|  | S2 | D3 | L1 ^{a)} , L2, L4 |
|  | S3 | D1 D2 D3 | L1, L4 ^{b)} L1, L2, L3, L4 L1 ^{a)} , L2, L4 |
|  | S4 | D3 | L1 ^{a)} , L2, L4 |

a) Só para estruturas com risco de explosão, hospitais ou outras estruturas onde falhas dos sistemas internos possam de imediato pôr em risco vidas humanas.

b) Só para propriedades onde se possam perder animais.

4.1.2. Risco e componentes de risco

4.1.2.1. Risco

O risco «R» é o valor médio anual de perdas prováveis. Deve avaliar-se o risco relevante para cada tipo de perda que possa surgir numa estrutura ou num serviço. Os riscos a serem avaliados numa estrutura podem ser os seguintes:

- R1: risco de perda de vidas humanas (incluindo lesões permanentes);
- R2: risco de perda de serviços públicos;
- R3: risco de perdas de bens culturais antigos;
- R4: risco de perdas de valores económicos.

Para avaliar o risco, «R», as componentes relacionadas do risco (risco parcial dependendo da fonte e do tipo de perda) devem ser definidas e calculadas.

Cada risco, «R», é a soma das componentes do risco. Quando se calcula um risco, as componentes do risco podem ser agrupadas de acordo com a fonte de dano e tipo de dano.

4.1.2.2. Componentes do risco para uma estrutura devido a impacto directo na estrutura

R_A : componente relacionada com os danos provocados em seres vivos, causados pelo contacto e tensões de passo dentro de uma estrutura e nas zonas até três metros no exterior do edifício. Podem ocorrer perdas do tipo L1 e, no caso de as estruturas conterem explorações de gado, podem ocorrer perdas do tipo 4 (perda de animais);

NOTA — Em estruturas especiais, as pessoas podem ser postas em risco por impactos directos como, por exemplo, nos andares mais altos de um parque de estacionamento ou estádio. Nestes casos, podem ser considerados os princípios desta Norma.

R_B : Componentes relacionados com danos provocados por arcos perigosos no interior da estrutura, provocando fogo ou explosão, que podem, também, pôr em perigo o ambiente. Nesta situação poderão ocorrer todo o tipo de perdas (L1, L2, L3 e L4).

R_C : Componente relacionada com a falha de sistemas internos causados por CAED. Perdas do tipo L2 podem ocorrer em todos os casos, juntamente com L1 no caso de estruturas com risco de explosão, hospitais ou outras estruturas onde falhas nos sistemas internos possam de imediato pôr em perigo vidas humanas.

4.1.2.3. Componente do risco para uma estrutura em que a descarga atmosférica cai na sua vizinhança

R_M : Componente relacionada com a falha de sistemas internos, causados por CAED. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, juntamente com tipo L1 no caso de estruturas com risco de explosão, hospitais ou outras estruturas onde falhas dos sistemas internos possam de imediato pôr em perigo vidas humanas.

4.1.2.4. Componentes do risco para uma estrutura em que a descarga atmosférica caia sobre uma linha ligada à estrutura

R_U : Componente relacionada com danos provocados em seres vivos, causados por choques de contacto no interior da estrutura. Perdas do tipo L1 e, no caso de propriedades agrícolas, perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais.

R_V : Componente relacionada com danos físicos (fogo ou explosão provocados por arcos perigosos entre instalações

externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura) devido à corrente de descarga transmitida pelo ou ao longo das linhas de entrada. Podem ocorrer todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4).

R_W : Componente relacionada com falhas no sistema interno causadas por sobretensões induzidas nas linhas de entrada e transmitidas à estrutura. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, juntamente com tipo L1 de estruturas com risco de explosão, hospitais ou outras estruturas onde a falha dos sistemas internos possam pôr, imediatamente, em perigo vidas humanas.

NOTAS

1. As linhas a ter em conta para esta análise são apenas as linhas que entram na estrutura.

2. Descargas que atinjam directamente, ou que impactem perto de tubagens, não são consideradas como fonte de dano, baseando-se na ligação de tubos a uma barra de equipotencialidade. Se uma barra de ligação equipotencial não for fornecida, também deve ser considerada uma ameaça.

4.1.3. Composição dos componentes do risco relacionados com a estrutura

As componentes do risco a considerar para cada tipo de perda na estrutura são apresentadas em seguida:

R1: Risco de perda de vidas humanas

$$R1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1} + R_{M1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1} + R_{Z1} \quad (1)$$

^{a)} Apenas para estruturas com risco de explosão para hospitais com equipamentos eléctricos de salvamento de vida e outras estruturas onde falhas no sistema interno ponham em perigo imediato, vidas humanas.

R2: Risco de perdas de serviços públicos

$$R2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (2)$$

R3: Risco de perdas de bens culturais antigos

$$R3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (3)$$

R4: Risco de perdas de valores económicos

$$R4 = R_{A4} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (4)$$

^{b)} Apenas para propriedades onde possa ocorrer perda de animais

As componentes do risco correspondentes a cada tipo de perda estão também combinadas na Tabela 2.

Tabela 2 — Componentes do risco a serem consideradas para cada tipo de perda numa estrutura

| Fonte de dano | Impacto directo numa estrutura S1 | | | Impacto na vizinhança da estrutura S2 | Impacto directo numa linha ligada à estrutura S3 | | | Impacto na vizinhança de uma linha ligada à estrutura S4 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|----|------|----------------------------------------------------------|
| | RA | RB | RC | | RU | RV | RW | |
| Componente do Risco | RA | RB | RC | RM | RU | RV | RW | RZ |
| Risco para cada tipo de perda | | | | | | | | |
| R1 | * | * | * a) | * a) | * | * | * a) | * a) |
| R2 | | * | * | * | | * | * | * |
| R3 | | * | | | | * | | |
| R4 | * b) | * | * | * | * b) | * | * | * |
| <p>^{a)} Apenas para estruturas com risco de explosão para hospitais com equipamentos eléctricos de salvamento de vida e outras estruturas onde falhas no sistema interno ponham em perigo imediato, vidas humanas.</p> <p>^{b)} Apenas para propriedades onde possa ocorrer perda de animais.</p> | | | | | | | | |

Para mais detalhes sobre os factores que influenciam as componentes de risco consultar a Norma IEC 62305-2.

4.2. Avaliação do risco

4.2.1. Procedimento básico

Devem ser aplicados os seguintes procedimentos:

- Identificação do objecto a proteger e das suas características;
- Identificação de todas as possíveis perdas que possam ocorrer na estrutura, bem como dos correspondentes riscos relacionados R (R1 a R4);
- Avaliação do risco R para cada tipo de perda (R1 a R4);
- Avaliação da necessidade de protecção, pela comparação do risco R1, R2 e R3 para uma estrutura com o risco tolerável RT;
- Avaliação do custo efectivo da protecção, comparativamente com o custo total de perdas sem medidas de protecção. Neste caso, a análise das componentes do risco R4 para a estrutura devem ser calculadas com o intuito de avaliar estes custos.

4.2.2. Estrutura a ser considerada para o cálculo do risco

As estruturas a considerar incluem:

- A própria estrutura;
- Instalações na estrutura;
- Conteúdo da estrutura;
- Pessoas na estrutura ou que estejam em zonas afastadas no máximo de três metros no exterior da estrutura;
- Vizinhança afectada pelos danos da estrutura.

A protecção não inclui linhas conectadas fora da estrutura.

NOTA: A estrutura considerada pode ser dividida em várias zonas (ver ponto 4.3.7)

4.2.3. Risco tolerável R_T

A definição do valor tolerável do risco é da responsabilidade da autoridade que tem a jurisdição da estrutura. Valores representativos R_T , toleráveis, onde as descargas atmosféricas envolvem a perda de vidas humanas ou perdas de valores sociais ou culturais, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Valores típicos de riscos toleráveis RT

| Tipo de perda | | R_T (y-1) |
|---------------|----------------------------------------------|-------------|
| L1 | Perdas de vidas humanas ou danos permanentes | 10^{-5} |
| L2 | Perda de serviço ao público | 10^{-3} |
| L3 | Perda de heranças culturais | 10^{-4} |

Em princípio, para perdas de valor económico (L4), a via a seguir é uma comparação do custo/benefício. Se os dados para esta análise não estão disponíveis, podem ser usados valores representativos do risco tolerável com $R_T = 10^{-3}$.

4.2.4. Procedimento específico para avaliar a necessidade de protecção

Os riscos seguintes devem ser considerados aquando da avaliação da necessidade de protecção contra descargas atmosféricas:

Risco R1, R2 e R3.

Para cada risco a considerar, devem seguir-se as etapas seguintes:

- Identificação dos componentes R_x que compõem o risco;
- Cálculo dos componentes identificadores do risco R_x ;
- Cálculo do risco total R (ver 4.1.2);

Identificação do risco tolerável R_T ;

Comparação do risco R com o risco tolerável R_T .

Se $R \leq R_T$, a protecção contra descargas atmosféricas não é necessária.

Se $R > R_T$ devem ser adoptadas medidas de protecção, de modo a reduzir R para valores inferiores a R_T para todos os riscos aos quais o objecto esteja sujeito.

O procedimento para avaliar a necessidade de protecção é dado na Figura 1.

NOTAS:

1. Nos casos em que o risco não possa ser reduzido para um nível tolerável, o dono da instalação deve ser informado, ao mesmo tempo que o nível mais elevado de protecção deve ser aplicado.

2. Nos locais onde a protecção contra descargas atmosféricas é exigida pelas autoridades com jurisdição das estruturas com risco de explosão, devem ser adoptado, pelo menos, um SPDA de nível II. Excepções à utilização de um SPDA de nível II podem ser permitidas quando tecnicamente justificadas e autorizadas pelas entidades competentes e com jurisdição sobre a estrutura. Por exemplo, o uso de um SPDA de nível I é permitido em todos os casos, especialmente naqueles em que o ambiente ou o conteúdo da estrutura é excepcionalmente sensível aos efeitos das descargas atmosféricas. Além disso, as autoridades competentes podem permitir a implementação de um SPDA de nível III nos locais com fraca densidade de descargas e/ou o com conteúdo das estruturas pouco sensível.

3. Sempre que os danos numa estrutura causados por descargas atmosféricas possam envolver outras estruturas vizinhas ou ambiente (exemplo: emissões químicas ou radioactivas), as autoridades competentes podem exigir que sejam tomadas medidas adicionais de protecção das estruturas ou medidas apropriadas para essas zonas.

4.2.5. Procedimento para avaliar o custo efectivo da protecção

Além da necessidade de protecção contra descargas atmosféricas para uma estrutura, pode ser útil calcular os benefícios, de modo a reduzir as perdas económicas L4.

A avaliação da comparação do risco R4 para uma estrutura permite ao utilizador avaliar o custo das perdas económicas, com e sem a adopção de medidas de protecção.

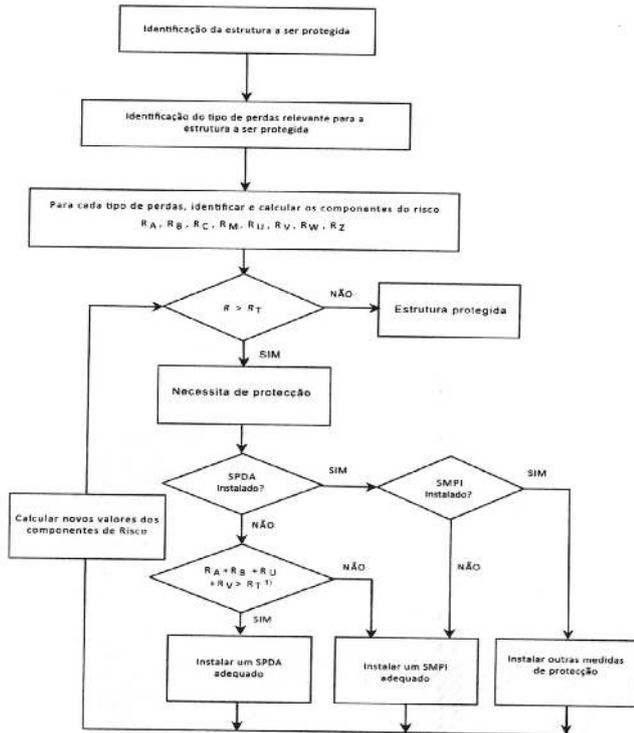
Para determinar o custo efectivo de uma protecção é necessário:

- Identificação das componentes do risco R_x que compõem o risco R4;
- Cálculo da identificação dos componentes do risco R_x na ausência das novas/adicionais medidas de protecção;
- Cálculo do custo anual de perdas para cada componente do risco R_x ;
- Cálculo do custo anual C_L das perdas totais na ausência das medidas de protecção;
- Adopção da selecção das medidas de protecção;
- Cálculo das componentes do risco R_x que selecciona as medidas de protecção presentes;
- Cálculo anual do custo das perdas residuais devido a cada componente do risco R_x na estrutura protegida;

- Cálculo do custo total anual C_{RL} das perdas residuais com as medidas de protecção seleccionadas presentes;
- Cálculo do custo anual C_{PM} das medidas de protecção seleccionadas;
- Comparação de custos.

Se $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, a protecção contra descargas atmosféricas pode não ser considerada rentável.

Se $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, as medidas de protecção podem revelar-se economicamente benéficas ao longo da vida da estrutura.



1) se $R_A + R_B$, não é necessário um SPDA Completo; neste caso são suficientes SPD(s) de acordo com a norma IEC 62305-3.

Figura 1 — Procedimento de decisão da necessidade de protecção e de selecção das medidas de protecção

4.2.6. Selecção das medidas de protecção

A grande parte das medidas de protecção adequadas deve ser seleccionada pelo projectista, de acordo com a partilha de cada componente do risco total, R, e em conformidade com os aspectos técnicos e económicos das diferentes medidas de protecção.

Devem identificar-se parâmetros e custos, de modo a determinar a medida mais eficaz que permita reduzir o risco R.

Para cada tipo de perda, há um número de medidas de protecção que, individualmente ou em combinação, levam à condição $R = R_T$. A solução a ser adoptada deve ser seleccionada tendo em atenção os aspectos técnicos e económicos. Um procedimento simplificado para a selecção das medidas de protecção é mostrado no fluxograma da Figura 1 para estruturas. No entanto, o projectista tem de identificar as componentes mais críticas do risco e reduzi-las, tendo também em conta os aspectos económicos.

4.3. Análise dos componentes do risco para uma estrutura
Na Tabela 4 são apresentados os parâmetros relevantes para avaliar as componentes do risco.

4.3.1. Equação base

Cada componente do risco $R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_X$ e R_Z , como descrito em 4.1, pode ser expresso pela seguinte relação:

$$RX = N_x \times P_x \times L_x \tag{5}$$

Em que,

- N_x — Número de eventos perigosos por ano (ver 4.4);
- P_x — Probabilidade de dano de uma estrutura (ver 4.5);
- L_x — Perda consequente (ver 4.6).

NOTAS:

- O número de eventos perigosos, N_x , é influenciado pela densidade de descargas ao solo (N_g) e pelas características do objecto a proteger, sua vizinhança e solo.
- A probabilidade de dano, P_x , é influenciada pelas características físicas do objecto a proteger e pelas medidas de protecção existentes.
- A perda consequente, L_x , é influenciada pela utilização do objecto designado, a afluência de pessoas, o tipo de serviço prestado ao público, o valor dos bens afectados pelos danos e as medidas de protecção existentes para limitar a quantidade de perdas.

Tabela 4 — Parâmetros relevantes para a avaliação dos componentes de risco

| Simbolo | Denominação | Equação |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|
| Média anual de eventos perigosos | | |
| N_D | Na estrutura | (18) |
| N_M | Na vizinhança da estrutura a proteger | (20) |
| N_L | Numa linha ligada à estrutura | (22) |
| N_T | Na vizinhança de uma linha ligada à estrutura | (24) |
| N_{Da} | Numa estrutura adjacente | (19) |
| Probabilidade de uma descarga na estrutura causar | | |
| P_A | Lesões em seres vivos por choques eléctricos | (26) |
| P_B | Danos físicos | (ver tabela 11) |
| P_C | Falha nos sistemas internos | (27) |
| Probabilidade de uma descarga na vizinhança de uma estrutura causar | | |
| P_M | Falha nos sistemas internos | (28) |
| Probabilidade de uma descarga numa linha ligada à estrutura causar | | |
| P_U | Lesões em seres vivos por choques eléctricos | (32) |
| P_V | Danos físicos | (33) |
| P_W | Falha nos sistemas internos | (34) |
| Probabilidade de uma descarga na vizinhança de uma linha ligada à estrutura causar | | |
| P_Z | Falha nos sistemas internos | (35) |
| Perdas devido a | | |
| $L_A = L_U$ | Lesões em seres vivos por choques eléctricos | (36) |
| $L_B = L_V$ | Danos físicos | (38) |
| $L_C = L_M = L_W = L_Z$ | Falha nos sistemas internos | (39) |

4.3.2. Análise das componentes do risco devido a impactos directos de descargas na estrutura (S1)

Para avaliar as componentes dos riscos relacionados com os impactos directos na estrutura, aplica-se a seguinte relação:

Componente relacionada com danos em seres vivos por choque eléctrico (D1):

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \quad (6)$$

Componente relacionada com danos físicos (D2):

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (7)$$

Componente relacionada com danos em sistemas internos (D3):

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (8)$$

4.3.3. Análise das componentes do risco devido a impacto na vizinhança da estrutura (S2)

Para avaliar a componente relacionada com impacto na vizinhança da estrutura, aplica-se a seguinte relação:

Componente relacionada com danos em sistemas internos (D3):

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (9)$$

4.3.4. Análise das componentes do risco devido a impacto directo da descarga numa linha ligada à estrutura (S3)

Para avaliar as componentes do risco relacionadas com impactos directos numa linha que entra na estrutura, aplica-se a seguinte relação:

Componente relacionada com danos em seres vivos por choque eléctrico (D1):

$$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times L_U \quad (10)$$

Componente relacionada com sistemas internos (D2):

$$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times L_V \quad (11)$$

Componente relacionada com falhas em sistemas internos (D3):

$$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_W \quad (12)$$

NOTA: Na maioria dos casos, N_{Da} é negligenciável.

Se a linha tiver mais de uma secção, os valores de R_U, R_V e R_W são a soma de R_U (R_V e R_W relativos a cada uma das

secções da linha. As secções a serem consideradas são aquelas entre a estrutura e o primeiro nó de distribuição. No caso de uma estrutura com mais de uma linha ligada e entrando por caminhos diferentes, os cálculos devem ser feitos para cada linha.

No caso de uma estrutura com mais do que uma linha ligada com o mesmo caminho, os cálculos devem ser feitos apenas para a linha com as piores características, isto é, para a linha com os valores de N_L e N_I mais elevados e ligadas aos sistemas internos com o valor mais baixo de U_{wr}.

4.3.5. Análise do comportamento do risco para impacto de descargas na vizinhança de uma linha ligada à estrutura (S4)

Para avaliar o comportamento do risco para impacto na vizinhança de uma linha ligada à estrutura, é aplicada a seguinte relação:

Componente relacionada com a falha em sistemas internos (D3):

$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z \quad (13)$$

Caso a linha tenha mais de uma secção, o valor de R_Z é a soma dos componentes de R_Z correspondentes a cada secção da linha. As secções a serem consideradas são aquelas entre a estrutura e o primeiro nó de distribuição. No caso de uma estrutura com mais de uma linha ligada e entrando por caminhos diferentes, os cálculos devem ser feitos para cada linha.

No caso de uma estrutura com mais do que uma linha ligada com o mesmo caminho, os cálculos devem ser feitos apenas para a linha com as piores características, isto é, para a linha com os valores de N_L e N_I mais elevados e ligadas aos sistemas internos com o valor mais baixo de U_{wr}.

4.3.6. Sumário das componentes do risco numa estrutura

As componentes do risco para uma estrutura são apresentadas, de forma sumária, na Tabela 5 de acordo com os diferentes tipos de danos e origem dos mesmos.

Tabela 5- Componentes de risco para diferentes tipos de danos e fontes de danos

| | S1 Impacto directo sobre a estrutura | S2 Impacto na vizinhança da estrutura | S3 Impacto directo numa linha ligada à estrutura | S4 Impacto na vizinhança de uma linha ligada à estrutura |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| D1 Danos em pessoas | $R_A = N_D \times P_A \times r_a \times L_A$ | | $R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times L_U$ | |
| D2 Danos físicos | $R_B = N_D \times P_B \times L_B$ | | $R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times L_V$ | |
| D3 Falha de sistemas eléctricos e electrónicos | $R_C = N_D \times P_C \times L_C$ | $R_M = N_M \times P_M \times L_M$ | $R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_W$ | $R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$ |

Caso a estrutura seja fraccionada em zonas Z_s , de acordo com 4.3.7, cada componente do risco tem de ser calculada para cada uma das zonas Z_s . O risco total, R , para uma estrutura é a soma das componentes do risco relacionadas com as zonas Z_s que constituem essa estrutura.

4.3.7. Fraccionamento da estrutura em zonas Z_s

Para analisar cada componente do risco, a estrutura pode ser dividida em zonas Z_s , sendo que cada uma delas deve possuir características homogéneas. No entanto, uma estrutura pode ser assumida como sendo uma só zona. As Zonas Z_s são definidas, principalmente, por:

- Tipo de solo ou pavimento (componentes do risco R_A e R_U);
- Compartimentos à prova de fogo (componentes do risco R_B e R_V);
- Blindagens (componentes do risco R_C e R_M);
- Outras zonas podem ser definidas, tendo em conta:
- Posição dos sistemas internos (componentes do risco R_C e R_M);
- Medidas de protecção existentes ou previstas (todas as componentes do risco);
- Valores de perdas L_x (todas as componentes do risco).

O fraccionamento da estrutura em zonas Z_s deve considerar a possibilidade, ou não, de implementação das medidas de protecção adequadas.

4.3.8. Fraccionamento da linha em secções S_L

Para analisar os componentes de risco devido a uma descarga atmosférica na vizinhança de uma linha, a linha deve ser dividida em secções S_L . Contudo uma linha pode ser considerada como sendo uma única secção:

Para todos os componentes de risco, secções S_L são definidas pelos:

- Tipo de linha (aérea ou enterrada);
- Factores que afectam a superfície equivalente (C_D , C_E , C_T);
- Características da linha (blindada, não blindada, tipo de blindagem).

Se mais do que um valor ou parâmetro existir numa secção, deve-se assumir o valor que der origem a um valor de risco mais elevado

4.3.9. Análise das componentes do risco numa estrutura dividida em zonas Z_s

4.3.9.1. Critério geral

Para avaliar as componentes do risco, bem como da selecção dos parâmetros relacionados envolvidos, aplicam-se as seguintes regras:

- Parâmetros relacionados com o número de eventos perigosos, N , devem ser avaliados de acordo com o estipulado em 4.4;

Parâmetros relacionados com a probabilidade de danos, P , devem ser avaliados em conformidade com o estabelecido em 4.5.

Ainda:

Para componentes R_A , R_B , R_U , R_V , R_W e R_Z , apenas um valor é fixado para cada zona e para cada parâmetro envolvido. Quando mais de um parâmetro for aplicável, deve ser escolhido o mais alto.

Para componentes R_C e R_M , se mais de um sistema interno estiver envolvido na zona os valores de P_C e P_M calculados da seguinte forma:

$$P_{Ci} = 1 - (1 - P_{Ci1}) \times (1 - P_{Ci2}) \times (1 - P_{Ci3}) \quad (14)$$

$$P_{Mi} = 1 - (1 - P_{Mi1}) \times (1 - P_{Mi2}) \times (1 - P_{Mi3}) \quad (15)$$

Em que,

P_{Ci} e P_{Mi} são parâmetros relacionados com o sistema interno $i=1,2,3,\dots$

Parâmetros relacionados com a quantidade de perdas L , devem ser avaliados em conformidade com o definido em 4.6.

A excepção para PC e PM , se existir na zona mais de um valor de qualquer outro parâmetro, o valor do parâmetro do risco que deve ser assumido, será o mais alto.

4.3.9.2. Estrutura com apenas uma zona

Situação em que Z_s é definida para toda a estrutura. O risco R consiste na soma das componentes do risco R_x nesta zona.

Definir uma estrutura com uma só zona pode levar a medidas de protecção mais dispendiosas, uma vez que cada medida de protecção deve ser estendida a toda a estrutura.

4.3.9.3. Estrutura multizona

Neste caso, a estrutura é dividida em múltiplas zonas Z_s . O risco para a estrutura é o somatório dos riscos relativos a todas as zonas da estrutura. Em cada zona, o risco é a soma de todas as componentes do risco relacionadas com essa zona.

Dividir uma estrutura em zonas, permite ao projectista ter em consideração as características particulares de cada parte da estrutura na avaliação das componentes do risco e, assim, seleccionar as medidas de protecção adequadas zona a zona, reduzindo o custo de todo o SPDA

4.3.10. Análise do Custo-benefício para perdas económicas (L4)

Sempre que haja necessidade de determinar a protecção para reduzir os riscos $R1$, $R2$ e $R3$, convém avaliar uma justificação económica para adoptar medidas de protecção com a finalidade de reduzir o risco de perdas económicas $R4$.

Os parâmetros para os quais se deve realizar a avaliação de risco $R4$, são definidos a partir de:

- Toda a estrutura;
- Uma parte da estrutura;
- Uma instalação interna;
- Uma parte da instalação interna;
- Uma peça de equipamento;
- Conteúdo da estrutura.

O custo das perdas, o custo das medidas de protecção e as possíveis poupanças devem ser avaliadas. Se os dados para esta análise não estão disponíveis, podem ser usados valores representativos do risco tolerável com $R_T = 10^3$.

4.4. Cálculo do número anual de eventos perigosos N

4.4.1. Princípios gerais

A média anual de eventos perigosos, N, devido a descargas atmosféricas que possam influenciar a estrutura a ser protegida, depende da actividade de descargas atmosféricas na região onde a estrutura está localizada e das características físicas das estruturas.

Para calcular o número N, é geralmente aceitável multiplicar a densidade de descargas no solo, N_g , pela superfície equivalente da estrutura, tendo em conta os factores de correcção das características físicas das estruturas.

A densidade de descargas no solo, N_g , é o número de descargas atmosféricas por quilómetro quadrado e por ano. Este valor encontra-se disponível através do mapa geral de Angola e, de forma mais pormenorizada, nos mapas e tabelas de cada província, que se encontram no Anexo A da presente Norma.

Os eventos que podem ser considerados como perigosos para uma estrutura a ser protegida são:

- Descargas que impactem na estrutura;
- Descargas que impactem na vizinhança da estrutura a proteger;
- Descargas que impactem numa linha ligada à estrutura;
- Descargas que impactem na vizinhança de uma linha ligada à estrutura. Pode aplicar-se um método simplificado nos casos em estruturas onde:
 - O risco de incêndio seja baixo ou ordinário;
 - O risco de incêndio seja alto, mas com baixo nível de pânico;
 - Não exista risco de explosão;
 - Não existam riscos ambientais;
 - Não seja um hospital.

4.4.2. Cálculo do número médio de eventos perigosos devido a queda de descargas numa estrutura, N_D e a uma estrutura adjacente N_{Da}

4.4.2.1. Determinação da superfície equivalente A_D

Para estruturas isoladas em solos planos, a superfície equivalente, A_D , é a superfície definida pela intersecção entre a superfície do solo e uma linha recta com um declive de 1/3, que passa a partir de partes superiores da estrutura a proteger, tocando-a aí, e rodando em torno dela. A determinação do valor de A_D pode ser feita gráfica ou matematicamente.

4.4.2.1.1. Estrutura rectangular

Para uma estrutura rectangular com comprimento L, largura W e altura H num solo plano, a superfície equivalente é igual a:

$$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2 \quad (16)$$

Onde L, W e H são expressos em metros (ver Figura 2). Para um cálculo com maior precisão, considera-se a altura relativa da estrutura, em relação aos objectos ou ao solo, dentro de uma distância de 3H da estrutura.

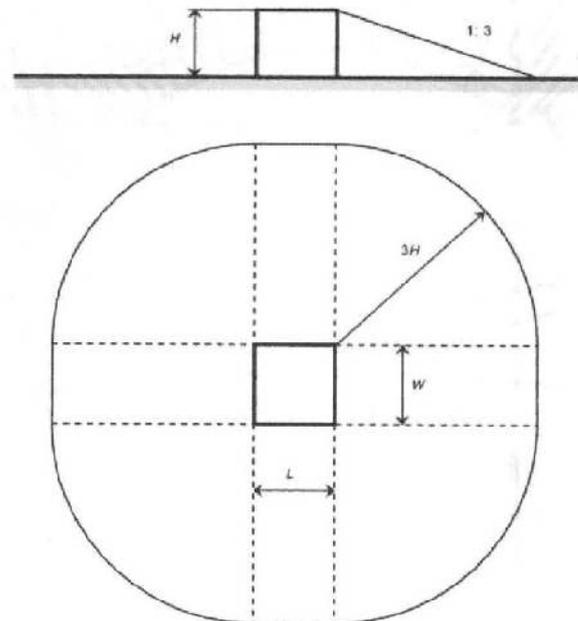


Figura — 2 superfície equivalente A_D numa estrutura isolada

4.4.2.1.2. Estrutura com configuração complexa

Se a estrutura tem uma configuração complexa, como proeminências elevadas no telhado (ver Figura 3), deve utilizar-se um método gráfico para calcular A_D (ver Figura 4), uma vez que as diferenças podem ser muito grandes se utilizarmos as dimensões máximas (A_{Dmax}) ou as mínimas (A_{Dmin}).

Um valor aproximado aceitável da superfície equivalente é o máximo entre A_{Dmin} e a superfície atribuída à proeminência A_D' e pode ser calculado por:

$$A_D' = \pi \times (3 \times H_p)^2 \quad (17)$$

Em que,

H_p é altura da proeminência mais alta.

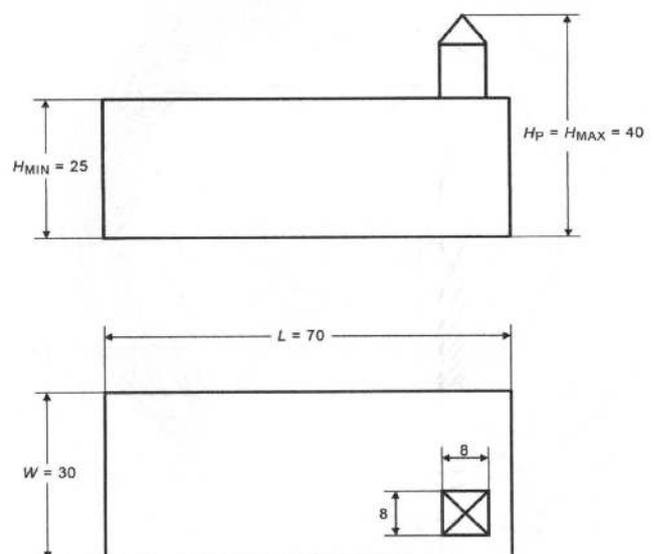


Figura 3 — Estrutura com configuração complexa

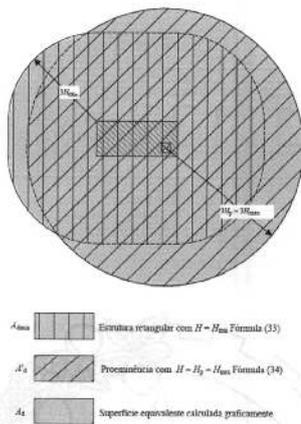


Figura 4 - Diferentes métodos para calcular a superfície equivalente para a estrutura da figura 3

4.4.2.1.3. Estrutura como parte de um edifício

Quando a estrutura, S, a proteger consistir apenas numa parte de um edifício, B, as medidas da estrutura S, podem ser consideradas para calcular A_D caso sejam respeitadas todas as condições seguintes (ver Figura 5):

- A estrutura S é uma parte vertical separada do edifício B;
- O edifício não apresenta risco de explosão;
- A propagação do fogo entre a estrutura S e as outras partes do edifício B for evitada por meio de paredes com uma resistência ao fogo de 129 min (REI 120) ou através de outras medidas de protecção equivalentes;
- A propagação de sobretensões ao longo das linhas comuns, se existirem, for evitada por meios de protectores de sobretensões instalados no ponto de entrada destas linhas na estrutura ou através de medidas de protecção equivalentes.

NOTA — Para definição e informação do REI ver Jornal Oficial da União Europeia, 1994/28/02, n.C 62/63.

Quando estas condições não forem satisfeitas, devem ser usadas as dimensões de todo o edifício B.

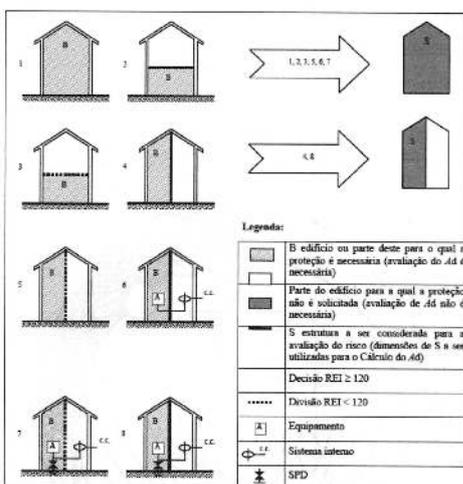


Figura 5 - Estrutura a ser considerada para avaliação da superfície equivalente A_D

4.4.2.2. Localização relativa da estrutura

A localização relativa da estrutura, consoante esteja rodeada por outros objectos ou localizada num local exposto, será considerada através do factor de localização C_D (ver Tabela 6).

Uma avaliação mais precisa da influência de objectos vizinhos pode ser obtida considerando uma altura relativa da estrutura, relativamente aos objectos vizinhos ou ao solo, inferior a uma distância de 3H a partir da estrutura e assumindo $C_D=1$.

Tabela 6- Factor de localização C_D

| Localização relativa | C_D |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Estrutura rodeada por estruturas ou árvores mais altas | 0,25 |
| Estrutura rodeada por estruturas ou árvores da mesma altura ou mais baixas | 0,5 |
| Estrutura isolada: não existem outros objectos ou estruturas na vizinhança | 1 |
| Estrutura isolada: no topo de uma colina ou a promontório | 2 |

4.4.2.3. Número de eventos perigosos N_D para uma estrutura

O número de eventos perigosos para uma estrutura, N_D , pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$N_D = N_g \times A_D \times C_D \times 10^{-6} \tag{18}$$

Em que,

- N_g — Densidade de descargas ao solo (l/Km²/ano);
- A_D — Superfície equivalente de uma estrutura (m²) (ver Figura 6);
- C_D — Factor de localização da estrutura (ver Tabela 6).

4.4.2.4. Número de eventos perigosos N_{Da} para uma estrutura adjacente

A média anual de eventos perigosos devido a impacto de descargas atmosféricas numa estrutura ligada no fim de linha N_{Da} (ver 4.3.5) pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$N_{Da} = N_g \times A_{Da} \times C_{Da} \times C_T \times 10^{-6} \tag{19}$$

Em que,

- N_g — Densidade de descargas ao solo (l/Km²/ano);
- A_{Da} — Superfície equivalente de uma estrutura adjacente (m²) (ver Figura 6);
- C_{Da} — Factor de localização da estrutura adjacente (ver Tabela 6);
- C_T — Factor do tipo da linha (ver Tabela 9).

4.4.3. Cálculo do número médio de eventos perigosos devido ao impacto de uma descarga perto da estrutura, N_M

O número médio de eventos perigosos devido ao impacto de uma descarga perto da estrutura, N_M , pode ser calculado com recurso à seguinte expressão:

$$N_M = N_g \times A_M \times 10^{-6} \tag{20}$$

Em que,

- N_g — Densidade de descargas ao solo (l/Km²/ano);
- A_M — Superfície equivalente dos impactos de descargas perto da estrutura (m²);

A Superfície equivalente A_M estende-se a uma linha localizada a uma distância de 500 metros do perímetro da estrutura (ver Figura 6).

$$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2 \tag{21}$$

4.4.4. Cálculo da média anual de eventos perigosos devido a descargas que impactem sobre uma linha, N_L

O número médio de eventos perigosos devido ao impacto de descargas sobre a linha, N_L pode ser calculado com recurso à seguinte expressão:

$$N_L = N_g \times A_L \times C_1 \times C_e \times C_t \times 10^{-6} \quad (22)$$

Em que,

N_L — Número de sobretensões de amplitude não inferior a 1kV (l/ano) na secção da linha;

N_g — Densidade de descargas no solo (l/km²/ano);

A_L — Superfície equivalente de descargas que impactem na linha (m²) (ver Figura 6);

C_1 — Factor de instalação da linha (ver Tabela 7);

C_e — Factor ambiental (ver Tabela 8);

C_t — Factor do tipo da linha (ver Tabela 9).

A superfície equivalente de descargas na linha:

$$A_L = 40 \times L_L \quad (23)$$

Em que,

L_L — Comprimento da linha, em metros.

Quando o comprimento da linha é desconhecido, assume-se $L_L = 1000$ metros.

Tabela 7 — Factor de instalação da linha C_1

| Alimentação | C_1 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Aérea | 1 |
| Enterrada | 0,5 |
| Cabos enterrados totalmente incluídos numa malha de terra (subcapítulo 5.2 da IEC 62305- 4:2010) | 0,01 |

Tabela 8 — Factor ambiental C_e

| Ambiente | C_e |
|------------------------------------------|-------|
| Rural | 1 |
| Suburbano | 0,5 |
| Urbano | 0,1 |
| Urbano com edifícios altos ¹⁾ | 0,01 |
| 1) Altura dos edifícios superior a 20m. | |

Tabela 9 — Factor do tipo da linha C_t

| Instalação | C_t |
|---------------------------------------------------|-------|
| Baixa tensão, telecomunicações ou linhas de dados | 1 |
| Alta tensão (com transformador AT/BT) | 0,2 |

4.4.5. Cálculo da média anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha, N_I

Uma linha pode ser composta por diversas secções. Para cada secção da linha, o valor de NI pode ser calculado por:

$$N_I = N_g \times A_I \times C_1 \times C_e \times C_t \times 10^{-6} \quad (24)$$

Em que,

N_I — Número de sobretensões de amplitude não inferior a 1kV (l/ano) na secção da linha;

N_g — Densidade de descargas no solo (l/km²/ano);

A_I — Superfície equivalente de descargas no solo perto da linha (m₂) (ver Figura 6);

C_1 — Factor de instalação da linha (ver Tabela 7);

C_e — Factor ambiental (ver Tabela 8);

C_t — Factor do tipo da linha (ver Tabela 9).

Com a superfície equivalente de descargas no solo perto da linha:

$$A_I = 4000 \times L_L \quad (25)$$

Em que,

L_L — Comprimento da linha, em metros. Quando o comprimento da linha é desconhecido, assume-se $L_L = 1000$ metros.

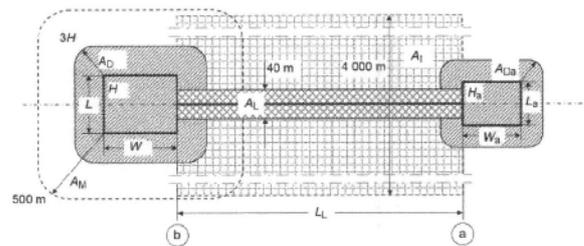


Figura 6 — Superfície equivalentes (A_D, A_M, A_I, A_L)

4.5. Cálculo da probabilidade de dano para a estrutura, P_x

A probabilidade dada neste anexo é válida no caso de as medidas de protecção estarem em conformidade com as suas Normas.

Valores de probabilidades, P_x , menores que um podem apenas ser seleccionados se a medida ou característica for válida para toda a estrutura ou zona da estrutura (Z_s) a ser protegida e para todo o equipamento relevante.

4.5.1. Probabilidade PA que uma descarga na estrutura provoque danos em seres vivos por choque eléctrico

Os valores da probabilidade P_A de choques em seres vivos, por contacto ou tensões de passo devidos a descargas que tombem sobre a estrutura, são apresentados na Tabela 10, em função das medidas de protecção típicas.

$$P_A = P_{TA} \times P_B \quad (26)$$

Em que,

P_{TA} — Depende das medidas adicionais de protecção contra contactos ou tensões de passo, tais como indicado na Tabela 10;

P_B — Depende do nível de protecção para o qual o SPDA foi dimensionado (ver Tabela 11).

Tabela 10 — Valores da probabilidade P_{TA} que uma descarga na estrutura cause choque a seres vivos devido a contactos ou tensões de passo

| Medidas adicionais de protecção | P_{TA} |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Sem medidas de protecção | 1 |
| Avisos | 10 ⁻¹ |
| Isolamento eléctrico de condutores de baixada à vista (isto é, pelo menos, três milímetros poliestireno reticulado) | 10 ⁻² |
| Equipotencialização efectiva do solo | 10 ⁻² |
| Com medidas de restrições ou armadura metálica de reforço da estrutura for utilizada como condutor de baixada | 0 |

Se forem tomadas mais de uma medida de protecção, o valor de P_{TA} é o produto dos valores correspondentes de P_{TA} .

NOTA — Quando a armadura metálica de reforço da estrutura for utilizada como condutor de baixada, ou quando forem tomadas medidas de restrição, o valor de P_{TA} é negligenciável.

4.5.2. Probabilidade P_B de uma descarga provoque danos físicos numa estrutura

Considera-se um SPDA uma medida de protecção adequada para reduzir P_B .

Os valores de probabilidade, P_B , de danos físicos devido ao impacto numa estrutura, em função do nível de protecção, são dados na Tabela 11.

Tabela 11 — Valores de P_B com base nas medidas de protecção existentes para reduzir os danos físicos

| Características da estrutura | Classe do SPDA | P_B |
|----------------------------------|----------------|-------|
| Estrutura não protegida por SPDA | | 1 |
| Estrutura protegida por SPDA | IV | 0,2 |
| | III | 0,1 |
| | III | 0,05 |
| | I | 0,02 |
| Nível I+ | | 0,01 |
| Nível I++ | | 0,001 |

Para definição dos Níveis I+ e I++ ver capítulo 6.3

NOTA — Podem ser usados valores de P_B diferentes dos apresentados na Tabela 11 se baseados em investigações levando em conta os requisitos de dimensionamento e critérios de interpretação definidos na Norma IEC 62305-1.

4.5.3. Probabilidade P_C de um impacto sobre uma estrutura produzir falhas em sistemas internos

Considera-se um SPD coordenado como uma medida de protecção adequada para reduzir P_C

O valor da probabilidade, P_C , de falhas nos sistemas internos devido ao impacto de uma descarga atmosférica numa estrutura é dado pela fórmula seguinte:

$$P_C = P_{SPD} \times C_{LD} \tag{27}$$

Em que,

P_{SPD} — Depende do sistema de protecção SPD e do nível de protecção para os quais os SPD estão desenhados (Tabela 12);

C_{LD} — Factor dependente da blindagem, do isolamento e da ligação à terra da linha (ver Tabela 13).

Tabela 12 — Designação do valor da probabilidade P_{SPD} em função do SPD

| Nível de Protecção (N_p) | P_{SPD} |
|-----------------------------------|-------------|
| Protecção por SPD não coordenados | 1 |
| III - IV | 0,05 |
| II | 0,02 |
| I | 0,01 |
| Nota 2 | 0,005-0,001 |

NOTAS:

1. Uma protecção coordenada contra impulsos é apropriada como medida de protecção para reduzir P_C apenas no caso das estruturas estejam protegidas por um SPDA ou caso as estruturas tenham placas contínuas ou armadura de betão armado agindo continuamente como SPDA natural para captar a descarga atmosférica, e quando os requisitos da ligação e terras e equipotencialidade são atendidos.

2. Valores mais baixos de P_{SPD} são possíveis caso os SPD tenham melhores e superiores características, tais como maior capacidade de corrente de impulso ou nível mais baixo de protecção, entre outros, quando comparados com os requisitos definidos para o SPDA de nível I nos locais mais frágeis da instalação.

Tabela 13 — Valores de C_{LD} e C_{LI} dependentes da blindagem, do isolamento e da ligação à terra da linha

| Tipo de linha externa | Ligação à entrada | C_{LD} | C_{LI} |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------|----------|
| Linha aérea não blindada | Não definido | 1 | 1 |
| Linha enterrada não blindada | Não definido | 1 | 1 |
| | Nenhuma | 1 | 0,2 |
| Linha blindada enterrada | Blindada sem ligação ao barramento do equipamento | 1 | 0,3 |
| Linha aérea blindada | Blindada sem ligação ao barramento do equipamento | 1 | 0,1 |
| Linha blindada enterrada | Blindada e ligada ao barramento do equipamento | 1 | 0 |
| Linha aérea blindada | Blindada e ligada ao barramento do equipamento | 1 | 0 |
| Cabo de protecção contra descargas atmosféricas ou conduta metálica | Blindada e ligada ao barramento do equipamento | 0 | 0 |
| Sem linha externa | Sem ligação às linhas externas (sistemas isolados) | 0 | 0 |
| Qualquer tipo | Interferência no isolamento de acordo com IEC 62305-4 | 0 | 0 |

NOTA — Para sistemas internos sem blindagem, $C_{LD} = 1$.

4.5.4. Probabilidade P_M de um impacto na proximidade de uma estrutura provocar falhas nos sistemas internos

A probabilidade de falhas nos sistemas internos devido a um impacto na proximidade de uma estrutura, P_M , depende das medidas de protecção contra CAED adoptadas (SMPI).

Se nenhuma medida de protecção coordenada é tomada, em conformidade os requisitos desta Norma, $P_M = P_{MS}$

Se forem adoptadas medidas de protecção coordenada, de acordo com os requisitos desta Norma, o valor de P_M é dado por:

$$P_M = P_{SPD} \times P_{MS} \tag{28}$$

Para as redes internas, onde os materiais não respondem às Normas de produto aplicáveis em matéria de imunidade CEM, deve considerar-se $P_M = 1$.

Os valores b do factor P_{MS} são obtidos a partir da seguinte expressão:

$$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2 \quad (29)$$

Em que,

K_{S1} — Leva em conta a eficácia da blindagem da estrutura, do SPDA ou de outras blindagens no limite ZPDA 0/1;

K_{S2} — Leva em consideração a eficácia das blindagens internas da estrutura no ZPDA X/Y ($X > 0$, $Y > 1$);

K_{S3} — Leva em consideração as características da cabelagem interna (ver Tabela 14);

K_{S4} — Leva em conta a tensão de resistência aos choques das redes a proteger.

Numa ZPDA, a uma distância de segurança da blindagem limite que seja, no mínimo, igual ao tamanho da malha w (m), os factores K_{S1} e K_{S2} para o SPDA ou para as blindagens podem ser avaliados através das seguintes equações:

$$K_{S1} = 0,12 \times W_{m1} \text{ e } K_{S2} = 0,12 \times W_{m2} \quad (30)$$

Em que,

W_{m1} e W_{m2} - Tamanho, em metros, da malha da blindagem espacial ou dos condutores de baixada ou ainda da distância de separação entre as colunas metálicas da estrutura ou entre as armaduras em betão que formem um SPDA natural.

Para blindagens metálicas contínuas de espessura não inferior a 0,1 mm, $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$.

Caso um anel de indução circule na proximidade do limite de uma ZPDA, e se os condutores blindados estejam a uma distância mais pequena que a distância de segurança, então os valores de K_{S1} e K_{S2} serão mais elevados. Quando a distância até à blindagem varia entre 0,1w e 0,2w, é conveniente duplicar os valores de K_{S1} e K_{S2} .

Para uma cascata de ZPDA, o valor final K_{S2} resulta do produto dos valores correspondentes K_{S1} de cada ZPDA.

NOTAS:

1. Nos casos em que a malha de equipotencialização é executada de acordo com a IEC62305-4, os valores de K_{S1} e K_{S2} podem ser reduzidos para metade.

2. O valor máximo de K_{S1} e K_{S2} é limitado a 1.

Tabela 14 — Valor do factor K_{S3} em função da cabelagem interna

| Tipo de cabelagem interna | K_{S3} |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Cabo não blindado - Não existe precaução na trajectória para evitar anéis 1) | 1 |
| Cabo não blindado - Existe precaução na trajectória para evitar anéis de grande dimensão 2) | 0,2 |
| Cabo não blindado - Existe precaução na trajectória para evitar anéis 3) | 0,02 |
| Cabo blindado com resistência de blindagem 4) $5 < RS \leq 20 \Omega/km$ | 0,001 |
| Cabo blindado com resistência de blindagem 4) $1 < RS \leq 5 \Omega/km$ | 0,0002 |
| Cabo blindado com resistência de blindagem 4) $RS \leq 1 \Omega/km$ | 0,0001 |

NOTAS

1. Anéis com diferentes trajectórias em grandes edifícios (área do anel da ordem de 50 m²).

2. Anéis na mesma conduta ou anéis com diferentes trajectórias em pequenos edifícios (área do anel da ordem de 10m²).

3. Anéis no mesmo cabo (área do anel de 0,5m²).

4. Cabo com blindagem de resistência RS (Ω/km) ligado à ligação equipotencial e em suas duas extremidades e material ligado à mesma ligação.

O factor K_{S4} deve ser avaliado como:

$$K_{S4} = \frac{1}{U_w} \quad (31)$$

Em que,

U_w Tensão nominal de impulso suportada, em kV, ou tensão de contacto.

Se os equipamentos, numa rede interna, apresentarem níveis diferentes de tensão de contacto, o factor K_{S4} para o nível da tensão de contacto a escolher deverá ser o valor mais baixo.

4.5.5. Probabilidade P_U de um impacto sobre uma linha provocar danos em seres vivos por choque eléctrico

O valor da probabilidade, P_U , de danos em seres vivos devido a tensões de contacto provocados por impacto sobre uma linha que entra numa estrutura depende das características das blindagens da linha e da tensão de impulso suportada dos sistemas internos ligados à linha, bem como das medidas de protecção típicas, tais como restrições físicas, avisos escritos, entre outros, e dos protectores de sobretensões (SPD) previstos à entrada da linha.

NOTA — Não é necessário um sistema de protecção coordenado de acordo com IEC 62305-4 para reduzir o valor de P_U ; Neste caso, SPD conforme a IEC 62305-3 são suficientes.

O valor de P_U é dado pela seguinte expressão:

$$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (32)$$

Em que,

P_{TU} — Depende das medidas de protecção contra tensões de contacto, tais como restrições físicas, avisos escritos. Os valores de P_{TU} são dados na Tabela 15;

P_{EB} — Depende das equipotencializações conforme 6.8 e do nível de protecção para o qual os SPD estão dimensionados. Os valores de P_{EB} são dados na Tabela 16;

P_{LD} — É a probabilidade de falha dos sistemas internos devido a uma descarga na linha ligada à estrutura, dependendo das características da linha. Os valores de P_{LD} são dados na Tabela 17;

C_{LD} — É o factor dependendo da blindagem, do isolamento e da ligação à terra da linha. Os valores de C_{LD} são dados na Tabela 13.

Tabela 15 — Valores da probabilidade P_{TU}

| Medida de protecção | P_{TU} |
|--------------------------|-----------|
| Sem medidas de protecção | 1 |
| Avisos | 10^{-1} |
| Isolamento eléctrico | 10^{-2} |
| Restrições físicas | 0 |

NOTA — Se mais de uma medida de protecção for tomada, o valor de P_{TU} é o produto dos valores correspondentes.

Tabela 16 — Valores da probabilidade P_{EB}

| Nível de protecção (N_p) | P_{EB} |
|------------------------------|---------------|
| Sem SPD | 1 |
| III - IV | 0,05 |
| II | 0,02 |
| I | 0,01 |
| NOTA 1 | 0,005 - 0,001 |

NOTA 1- Valores mais baixos de P_{EB} são possíveis caso os SPD tenham melhores e superiores características, tais como maior capacidade de corrente de impulso ou nível mais baixo de protecção, entre outros, quando comparados com os requisitos definidos para o SPD de nível I nos locais mais frágeis da instalação.

Tabela 17 — Valores da probabilidade P_{LD}

| Tipo de linha | Condições de alimentação, blindagem e ligação | Tensão nominal de impulso suportada, U_w (kV) | | | | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| | | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | |
| Linhas eléctricas ou de telecomunicações | Linha aérea ou enterrada, sem blindagem ou blindada sem ligação ao barramento do equipamento | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | Linha aérea ou enterrada, blindada com ligação ao barramento do equipamento | $5 < R_s \leq 20 \Omega/\text{km}$ | 1 | 1 | 0,95 | 0,9 | 0,8 |
| | | $1 < R_s \leq 5 \Omega/\text{km}$ | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,1 |
| | | $R_s \leq 1 \Omega/\text{km}$ | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,04 | 0,02 |

NOTA — Em áreas urbanas ou suburbanas, uma linha eléctrica de baixa tensão utiliza, tipicamente, cabos enterrados sem blindagem, enquanto as linhas de telecomunicações usam cabos enterrados blindados (com um mínimo de 20 condutores, resistência de blindagem de $5 \Omega/\text{km}$ e fio de cobre com diâmetro de 0,6 mm). Em áreas rurais, uma linha eléctrica de baixa tensão utiliza cabos aéreos sem blindagem enquanto uma linha de telecomunicações utiliza cabos aéreos sem blindagem, com um diâmetro de fio de cobre de um milímetro. Uma linha eléctrica de alta tensão utiliza tipicamente um cabo blindado com resistência de blindagem entre 1 e $5 \Omega/\text{km}$. As comissões nacionais podem desenvolver esta informação com o objectivo de melhor satisfazer as condições nacionais das linhas eléctricas e de telecomunicações.

4.5.6. Probabilidade PV de um impacto sobre uma linha provocar danos físicos

O valor da probabilidade de danos físicos devido a um impacto sobre uma linha que entra numa estrutura, PV, depende das características das blindagens da linha, da tensão de resistência aos choques das redes internas ligadas à linha e dos protectores de sobretensões previstos.

NOTA — Não é necessário um sistema de protecção coordenado de acordo com IEC 62305-4 para reduzir o valor de PV; Neste caso SPD conforme a IEC 62305-3 são suficientes.

O valor de PV é dado pela seguinte expressão:

$$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (33)$$

Em que,

P_{EB} — Depende das equipotencializações conforme 6.8 e do nível de protecção para o qual os SPD estão dimensionados. Os valores de P_{EB} são dados na Tabela 16;

P_{LD} — É a probabilidade de falha dos sistemas internos devido a uma descarga na linha ligada à estrutura, dependendo das características da linha. Os valores de PLD são dados na Tabela 17;

C_{LD} — É o factor dependendo da blindagem, do isolamento e da ligação à terra da linha. Os valores de CLD são dados na Tabela 13.

4.5.7. Probabilidade P_W de um impacto sobre uma linha introduzir falhas nos serviços internos

Os valores da probabilidade PW que um impacto na linha que entra na estrutura provoque falhas nos sistemas internos depende das características da blindagem, dos limites da tensão de impulso dos sistemas internos ligados à linha e dos interfaces de isolamento ou do sistema coordenado de SPD.

O valor de PW é dado pela equação:

$$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (34)$$

Em que,

P_{SPD} — Dependem do sistema de protecção (SPD) (ver Tabela 12) e no nível de protecção para os quais os SPD estão desenhados (ver Tabela 12);

P_{LD} — É a probabilidade de falha dos sistemas internos devido a uma descarga na linha ligada à estrutura, dependendo das características da linha. Os valores de PLD são dados na Tabela 17;

C_{LD} — É o factor dependendo da blindagem, do isolamento e da ligação à terra da linha. Os valores de CLD são dados na Tabela 13.

4.5.8. Probabilidade P_Z de um impacto na vizinhança de uma linha introduzir falhas nos serviços internos

O valor de probabilidade de falhas nas redes internas em consequência de falhas de impacto na proximidade de uma linha que entra na estrutura, P_Z , depende das características, das blindagens da linha e da tensão de resistência aos choques das redes internas ligadas à linha, bem como das medidas de protecção previstas.

O valor de P_Z é dado pela equação:

$$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI} \quad (35)$$

Em que,

P_{SPD} — Dependem do sistema de protecção (SPD) (ver Tabela 12) e no nível de protecção para os quais os SPD estão desenhados (ver Tabela 12);

P_{LI} — É a probabilidade de falha dos sistemas internos devido a uma descarga na proximidade da linha, dependendo das características da linha e do equipamento. Os valores de PLI são dados na Tabela 18;

C_{LI} — É o factor dependendo da blindagem, do isolamento e da ligação à terra da linha. Os valores de CLI são dados na Tabela 13.

Tabela 18 — Valores da probabilidade P_{LI}

| Tipo de linha | Tensão nominal de impulso suportada, U_w (kV) | | | | |
|----------------------------|-------------------------------------------------|-----|-----|------|------|
| | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 |
| Linhas eléctricas | 1 | 0,6 | 0,3 | 0,16 | 0,1 |
| Linhas de telecomunicações | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,08 | 0,04 |

NOTA — Os valores mais precisos de PLI podem ser consultados na IEC/TR 620662002, para linhas eléctricas, e em ITU-T Recomendação UIT K.46, para linhas de telecomunicações.

4.6. Avaliação do montante das perdas L_X numa estrutura

4.6.1. Montante relativo médio das perdas anuais

As perdas L_X referentes à média relativa do montante de um tipo particular de dano, do seu valor esperado e dos efeitos consecutivos, podem ser devidos a um impacto de descargas atmosféricas.

O seu valor depende:

Do número de pessoas, bem como do tempo durante o qual elas ficam num local perigoso;

Do tipo e da importância dos serviços públicos;

Do valor dos bens afectados pelos danos.

As perdas L_X variam segundo o tipo de perda (L1, L2, L3 e L4) considerado e, para cada tipo de perda, segundo o tipo de dano (D1, D2 e D3) na origem.

L1 — Perdas de vidas humanas, incluindo lesões permanentes: número de pessoas em risco;

L2 — Perdas de serviços públicos: número de utilizadores sem serviços;

L3 — Perdas de herança cultural: valor sócio-económico da estrutura ou conteúdo em risco;

L4 — Perdas económicas: valores económicos da estrutura, incluindo actividades, conteúdos ou sistemas internos.

O valor L_X deve ser determinado para cada uma das zonas em que a estrutura se divide.

4.6.2. Perda de vida humana, L1

O valor de L_X para cada zona pode ser determinado de acordo com as equações (36) a (39), considerando que:

As perdas de vidas humanas estão ligadas às características da zona, sendo levadas em consideração através do aumento dos factores (h_z) e da diminuição dos factores r_t , r_p e r_f .

O valor máximo de perda na zona será reduzido pelo rácio entre o número de pessoas na zona (n_z) e o número total de pessoas (n_t) em toda a estrutura.

O tempo, em horas, por ano para o qual as pessoas estão presentes na zona (t_z), se for inferior ao total de 8760 horas por ano, irá também reduzir a perda.

Para D1:

$$L_A = \frac{r_t \times L_T \times n_z}{n_t} \times \frac{t_z}{8760} \quad (36)$$

$$L_U = \frac{r_t \times L_T \times n_z}{n_t} \times \frac{t_p}{8760} \quad (37)$$

Para D2:

$$L_B = L_V = \frac{r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z}{n_t} \times \frac{t_z}{8760} \quad (38)$$

Para D3:

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times \frac{n_z}{n_t} \times \frac{t_z}{8760} \quad (39)$$

Em que,

L_T — Número médio de vítimas lesionadas por choque eléctrico (D1) devido a um evento perigoso (ver Tabela 19);

L_F — Número médio de vítimas por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela 19);

L_O — Número médio de vítimas lesionadas por falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Tabela 19);

r_t — Factor de redução de perdas de vidas humanas, em função do tipo de solo ou piso (ver Tabela 20);

r_p — Factor de redução de perdas devido a danos físicos, em função das disposições tomadas para reduzir o risco de explosão da estrutura (ver Tabela 21);

- r_f — Factor de redução de perdas devido a danos físicos, em função do risco de incêndio ou do risco de explosão da estrutura (ver Tabela 22);
- h_z — Factor de aumento de perdas devido a danos físicos em presença de um perigo específico (ver Tabela 23);
- n_z — Número de pessoas na zona que podem correr riscos (vítimas);
- n_t — Número total presumido de pessoas na estrutura;
- t_p — Duração anual, em horas, da presença das pessoas num local perigoso (na zona).

Tabela 19 — Valores médios típicos para L_T , L_F e L_O

| Tipo de danos | Valor típico da perda | | Tipo de estrutura |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------------------|
| | L_T | | |
| D1 Lesões | L_T | 10^{-2} | Todos os tipos |
| D2 Danos físicos | L_F | 10^{-1} | Risco de explosão |
| | | 10^{-1} | Hospital, hotel, escola, administração pública |
| | | 5×10^{-2} | Público, igreja, museu |
| | | 2×10^{-2} | Industrial, comercial |
| | | 10^{-2} | Outros |
| D3 Falha de sistemas internos | L_O | 10^{-1} | Risco de explosão |
| | | 10^{-2} | Cuidados intensivos e blocos de operações |
| | | 10^{-3} | Outras partes de um hospital |

NOTAS:

1. Os valores da Tabela 19 referem-se a uma ocupação permanente de pessoas na estrutura.
2. No caso de estruturas com risco de explosão, os valores de L_F e L_O podem necessitar de uma avaliação mais detalhada, considerando o tipo de estrutura, risco de explosão, o conceito de zona perigosa e das medidas para lidar com esse risco.

Quando os danos numa estrutura provocados por descarga atmosférica envolvem estruturas adjacentes ou ambiente (exemplo: emissões químicas ou radioactivas), deve ser levada em conta uma perda adicional (L_E) para avaliar a perda total (L_{FT}):

$$L_{FT} = L_F + L_E \tag{40}$$

Em que:

$$L_E = L_{FE} X = \frac{t_e}{8760} \tag{41}$$

- L_{FE} — Perda devido a danos físicos fora da estrutura;
- t_e — Tempo de presença de pessoas em locais perigosos fora da estrutura.

NOTA — Se os valores de L_{FE} e t_e forem desconhecidos, assume-se $L_E = 1$.

Tabela 20 — Valores dos factores de redução r_i em função do tipo de solo ou do piso

| Tipo de solo ou do piso 2) | Resistência de contacto (kΩ) 1) | r_i |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------|
| Agrícola, betão | ≤ 1 | 10^{-2} |
| Mármore, cerâmico | 1-10 | 10^{-3} |
| Gravilha, moquette, tapis | 10-100 | 10^{-4} |
| Asfalto, linóleoum, madeira | ≥ 100 | 10^{-5} |

NOTAS:
 1) Valores medidos entre um eléctrodo de 400cm² comprimido com uma força de 500 N a um ponto no infinito.
 2) Uma camada de material isolante. Ex: asfalto, de 5cm de espessura (ou a camada de gravilha com 15cm de espessura) geralmente reduzem o risco para um nível tolerável.

Tabela 21 — Valores do factor de redução r_p em função das disposições tomadas para reduzir as consequências do fogo

| Disposições | r_p |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Sem disposições | 1 |
| Uma das disposições seguintes: extintores, instalações de extinção fixas ligadas manualmente, instalações manuais de alarme, bocas-de-incêndio, compartimentos estanques, vias de evacuação protegidas 1) | 0,5 |
| Uma das disposições seguintes: instalações de extinção fixas automáticas, instalações de alarme automáticas | 0,2 |

1) Apenas se elas são protegidas contra sobretensões ou outros danos e se os bombeiros podem intervir em menos de 10 minutos.

Se várias disposições são tomadas, o valor de r_p deve ser o mais pequeno dos valores individuais. Nas estruturas apresentando risco de explosão, considera-se sempre $r_p = 1$.

Tabela 22 — Valores do factor de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão da estrutura

| Risco | Risco de incêndio | r_f |
|---------------------|----------------------------------|-----------|
| Explosão | Zonas 0, 20 e explosivos sólidos | 1 |
| | Zona 1, 21 | 10^{-1} |
| | Zona 2, 22 | 10^{-3} |
| Incêndio | Elevado | 10^{-1} |
| | Ordinário | 10^{-2} |
| | Fraco | 10^{-3} |
| Explosão e Incêndio | Nenhum | 0 |

NOTAS:

1. No caso de estruturas com risco de explosão, o valor de r_f pode necessitar de uma avaliação mais detalhada.

2. Pode estimar-se que as estruturas que apresentam elevado risco de incêndio são estruturas em materiais combustíveis, onde o telhado é de material combustível ou estruturas com uma carga calorífica particular superior a 800 MJ/m².

3. Pode estimar-se que as estruturas que apresentam um risco ordinário de incêndio são estruturas que têm uma carga calorífica compreendida entre 800 MJ/m² e 400 MJ/m².

4. Pode estimar-se que as estruturas que apresentam fraco risco de incêndio são estruturas que têm uma carga calorífica particular inferior a 400 MJ/m² ou estruturas que não contêm, a não ser ocasionalmente, materiais combustíveis.

5. A carga calorífica específica é a relação entre a energia do total da matéria combustível na estrutura e a superfície total da estrutura.

Tabela 23 — Valores do factor h_z aumentando o montante relativo das perdas presença de um perigo particular

| Tipo de perigo particular | h_z |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Sem perigo particular | 1 |
| Fraco nível de pânico (por exemplo, estrutura limitada a dois pisos e número de pessoas inferior a 100) | 2 |
| Nível de pânico médio (por exemplo, estruturas destinadas a eventos culturais ou desportivos com um número de pessoas compreendido entre 100 e 1000) | 5 |
| Dificuldade de evacuação (por exemplo, estruturas com pessoas imobilizadas) | 5 |
| Nível de pânico elevado (por exemplo, estruturas destinadas eventos culturais ou desportivos com um número de pessoas superior a 1000) | 10 |
| Perigo para o ambiente* | 20 |
| Contaminação ambiental* | 50 |

*valores baseados na norma NP4426: 2013

4.6.3. Perdas inaceitáveis de serviços públicos, L2

O valor de L_x para cada zona pode ser determinado de acordo com as equações (42) e (43), considerando que:

As perdas de serviços públicos são afectadas pelas características da zona da estrutura, sendo levadas em consideração através da diminuição dos factores r_p , e r_f .

O valor máximo de perda devido a danos na zona será reduzido pelo rácio entre o número de utilizadores atendidos nessa zona (n_z) e o número total de utilizadores (n_t) em toda a estrutura.

Para D2:

$$L_B = L_V = \frac{r_p \times r_f \times L_F \times n_z}{n_t} \quad (42)$$

Para D3:

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \times \frac{n_z}{n_t} \quad (43)$$

Em que,

L_F — Número médio de utilizadores não atendidos, resultando de danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela 24);

L_o — Número médio de utilizadores não atendidos, resultando de falha dos sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Tabela 24);

r_p — Factor de redução de perdas devido a danos físicos, em função das disposições tomadas para reduzir o risco incêndio na estrutura (ver Tabela 21);

r_f — Factor de redução de perdas devido a danos físicos, em função do risco de incêndio ou da estrutura (ver Tabela 22);

n_z — Número de utilizadores atendidos pela zona;

n_t — Número total presumido de pessoas atendidas na estrutura.

Tabela 24 — Valores médios tipos de L_f e L_o

| Tipo de danos | Valor típico da perda | Tipo de serviço |
|----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|
| D2 | L_f | 10 ⁻¹ Gás, água, alimentação eléctrica |
| Danos físicos | | 10 ⁻² TV, linhas de telecomunicações |
| D3 Falha de sistemas internos | L_o | 10 ⁻² Gás, água, alimentação eléctrica |
| | | 10 ⁻³ TV, linhas de telecomunicações |

4.6.4. Perda de herança cultural insubstituível, L3

O valor de L_x para cada zona pode ser determinado de acordo com a equação (44), considerando que:

As perdas de herança cultural são afectadas pelas características da zona da estrutura, sendo levadas em consideração através da diminuição dos factores r_p , e r_f ;

O valor máximo de perda devido a danos na zona será reduzido pelo rácio entre o valor da zona (C_z) e o valor da estrutura (edifício e seu conteúdo) (C_t).

Para D2:

$$L_B = L_V = \frac{r_p \times r_f \times L_F \times C_z}{C_t} \quad 44$$

Em que,

L_F — Valor médio de todos os bens danificados, resultando de danos físicos (D₂) devido a um evento perigoso (ver Tabela 25);

r_p — Factor de redução de perdas devido a danos físicos, em função das disposições tomadas para reduzir as consequências de um incêndio (ver Tabela 21);

r_f — Factor de redução de perdas devido a danos físicos, em função do risco de incêndio ou da estrutura (ver Tabela 22);

C_z — Valor da herança cultural na zona;

C_t — Valor total do edifício e seu conteúdo (soma de todas as zonas).

Tabela 25 — Valores médios tipos de L_F

| Tipo de danos | Valor típico da perda | | Tipo de serviço |
|---------------------|-----------------------|-----------|---------------------|
| D2 Danos físicos | L_F | 10^{-1} | Museus, galerias |

4.6.5. Perdas económicas, L_4

O valor de L_x para cada zona pode ser determinado de acordo com as equações (45) a (48), considerando que:

As perdas económicas são afectadas pelas características da zona, sendo levadas em consideração através do aumento dos factores (h_z) e da diminuição dos factores r_t , r_p , e r_f

O valor máximo de perda na zona será reduzido pelo rácio entre o valor relevante na zona e o valor total da estrutura (C_t) (animais, edificio, conteúdo e sistemas internos, incluindo actividades correspondentes). O valor relevante da zona depende do tipo de danos:

- D1 (lesões de animais devido a choques): C_a (apenas valor dos animais);
- D2 (danos físicos): $C_a + C_b + C_c + C_s$ (valor de todos os bens);
- D3 (falhas nos sistemas internos): C_s (apenas valor dos sistemas internos e suas actividades).

Para D1:

$$L_A = \frac{r_t \times L_T \times C_a}{c_t^a} \tag{45}$$

$$L_U = \frac{r_f \times L_T \times C_a}{c_t^a} \tag{46}$$

Para D2:

$$L_B = L_V = \frac{r_f \times r_p \times L_F \times (C_a + C_b + C_c + C_s)}{c_t^a} \tag{47}$$

Para D3:

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \frac{C_s}{c_t^a} \tag{48}$$

Em que;

- L_T — Valor médio de todos os bens danificados por choque eléctrico (D1) devido a um evento perigoso (ver Tabela 26);
- L_F — Valor médio de todos os bens danificados por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela 26);
- L_O — Valor médio de todos os bens danificados por falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Tabela 26);

r_t — Factor de redução de perdas de animais, em função do tipo de solo ou piso (ver Tabela 20);

r_p — Factor de redução de perdas devido a danos físicos, em função das disposições tomadas para reduzir as consequências de um incêndio (ver Tabela 21);

r_f — Factor de redução de perdas devido a danos físicos, em função do risco de incêndio ou do risco de explosão da estrutura (ver Tabela 22);

C_a — Valor dos animais na zona;

C_b — Valor do edificio relevante na zona;

C_c — Valor do conteúdo na zona;

C_s — Valor dos sistemas internos incluindo o seu conteúdo e as actividades correspondentes;

C_t — Valor total da estrutura (soma de todas as zonas para animais, edificios, sistemas internos incluindo o seu conteúdo e as actividades correspondentes).

Os valores médios tipo de L_T , L_F , L_O para todos os tipos de estruturas a utilizar quando a determinação de C_a , C_b , C_c , C_s e C_t é difícil ou incerta, é dado na Tabela 26.

Tabela 26 — Valores médios típicos para L_T , L_F e L_O

| Tipo de danos | Valor típico da perda | | Tipo de estrutura |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------------------------------------------------|
| D1 Lesões devido ao choque | L_T | 10^{-2} | Todos os tipos onde apenas animais estejam presentes |
| D2 Danos físicos | L_F | 1 | Risco de explosão |
| | | 0,5 | Hospital, industrial, museu, agricultura |
| | | 0,2 | Hotel, escola, escritório, igreja, lazer, comercial |
| | | 10^{-1} | Outros |
| | | 10^{-1} | Risco de explosão |
| D3 Falha de sistemas Internos | L_O | 10^{-2} | Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial |
| | | 10^{-3} | Museu, agricultura, escola, igreja, lazer |
| | | 10^{-4} | Outros |

NOTA — No caso de estruturas com risco de explosão, os valores de L_F e L_O podem necessitar de uma avaliação mais detalhada, considerando o tipo de estrutura, risco de explosão, o conceito de zona perigosa e das medidas para lidar com esse risco.

Quando os danos numa estrutura provocados por descarga atmosférica envolvem estruturas adjacentes ou ambiente (exemplo: emissões químicas ou radioactivas), deve ser levada em conta uma perda adicional (L_E) para avaliar a perda total (L_{FT}):

$$L_{FT} = L_F + L_E \quad (49)$$

Em que:

$$L_E = L_{FE} X = \frac{C_e}{C_t} \quad (50)$$

L_{FE} — Perda devido a danos físicos fora da estrutura;

C_e — Valor total de bens em locais perigosos fora da estrutura.

NOTA — Se os valores de L_{FE} ou C_e forem desconhecidos, assume-se $L_E = 1$.

4.7. Estudos de caso

Ver Anexo E da Norma Internacional IEC62305-2

5. Características dos Sistemas de Protecção Contra Descargas Atmosféricas

5.1. Princípios gerais

A necessidade de protecção é determinada por muitos parâmetros, entre os quais se inclui a densidade de descargas atmosféricas da zona em questão. Propõe-se um método de análise de risco no Capítulo 4. A densidade de descarga atmosférica é apresentada no Anexo A ou pelos dados locais, incluindo, por exemplo, a rede de detecção, mapas e estatísticas.

Outras considerações podem originar a adopção de medidas de protecção, devido a razões não estatísticas, tais como regulamentos obrigatórios ou considerações pessoais, entre outros, uma vez que alguns factores não podem ser avaliados: o desejo de evitar risco de vida ou fornecer aos ocupantes de um edifício uma certa segurança podem requerer a utilização de uma protecção, mesmo que o nível de risco calculado seja inferior ao nível tolerável.

O sistema externo de protecção contra descargas atmosféricas é formado por dispositivos captadores, condutores de baixada e sistemas de terra. A protecção interna realiza-se mediante conexões equipotenciais e protectores de sobretensões.

Esta Norma não abrange a utilização de pára-raios com dispositivo de ionização radioactivo, visto que a utilização destes não é permitida.

5.2. Projecto de instalações de dispositivos captadores

Em função do nível de protecção contra descargas atmosféricas necessário, deve desenvolver-se um projecto para determinar o posicionamento dos pára-raios, as trajectórias dos condutores de baixada e a localização e o tipo de ligação à terra.

Devem ser tomadas em consideração as restrições de arquitectura durante o projecto do sistema de protecção contra descargas atmosféricas, o que pode originar uma redução significativa da eficácia desse sistema.

Convém que essa concepção seja baseada nos dados disponíveis, incluindo os seguintes:

Forma e inclinação dos telhados;

Material do telhado, paredes e da estrutura interna;

As partes metálicas do telhado e grandes elementos metálicos externos, tais como: tubagens de gás, equipamentos de ar-condicionado, escadas, antenas, depósitos de água, entre outros;

Caleiras e algerozes de águas pluviais;

Partes proeminentes da estrutura e o material que eles compõem (condutor ou não);

As partes mais vulneráveis da estrutura: os pontos estruturais considerados vulneráveis são: as partes proeminentes, especialmente as torres, giruetas, os objectos pontiagudos, chaminés, goteiras, cantos, objectos de metal (extractores, de ar, sistemas de limpeza de paredes, calhas, painéis fotovoltaicos, varandins, entre outros), escadas, salas técnicas sobre os terraços, entre outros;

A localização de condutas de metal (água, electricidade, gás, entre outros) da estrutura;

Obstáculos próximos que possam afectar a trajectória da corrente da descarga atmosférica, tais como as linhas de alimentação eléctrica aéreas, cercas metálicas, árvores, entre outros;

As características do ambiente pode ser particularmente corrosivo (salgado, fábrica petroquímica ou de cimento, entre outros);

Presença de materiais inflamáveis ou de equipamentos sensíveis como computadores ou equipamentos electrónicos, bens de elevado valor ou insubstituíveis, entre outros.

5.3. Volume protegido por hastes simples e Malhas Protectoras

5.3.1. Princípios gerais

As características de um SPDA são determinadas pelas características da estrutura a proteger e pelo nível de protecção considerado.

Numa protecção com hastes simples ou malhas, são definidas quatro classes de SPDA (I a IV), conforme a Tabela 27, correspondendo aos níveis de protecção definidos pela IEC 62305-1.

Tabela 27 — Relação entre SPDA e classe de SPDA

| Nível de protecção (N_p) | Classe de SPDA |
|------------------------------|----------------|
| I | I |
| II | II |
| III | III |
| IV | IV |

Um SPDA externo está desenhado para interceptar um impacto directo de uma descarga atmosférica na estrutura, incluindo as descargas laterais, e conduzir a corrente de descarga desde o ponto de impacto até ao solo. Um SPDA externo também tem como finalidade dispersar esta corrente pela terra sem causar danos mecânicos ou térmicos e arcos perigosos que podem dar origem a fogos ou explosões.

A probabilidade de penetração de uma corrente de descarga numa estrutura é consideravelmente reduzida pela utilização de dispositivos captadores bem dimensionados.

Os dispositivos captadores podem ser compostos por qualquer combinação dos seguintes elementos:

- a) Hastes simples (incluindo mastros de elevação);
- b) Condutores suspensos;
- c) Condutores dispostos em malha.

Os captadores instalados numa estrutura devem estar posicionados nos cantos do edifício, elementos expostos e extremidades (especialmente nos níveis mais elevados das fachadas), de acordo com um ou mais dos seguintes métodos:

Os métodos aceitáveis usados para determinar o correcto posicionamento dos dispositivos captadores incluem:

- Método do ângulo de protecção;
- Método da malha;
- Método da esfera rolante.

O método da esfera rolante é aplicável a todas as situações. O método do ângulo de protecção é indicado para edifícios com formas simples. O método da malha é mais indicado quando existem superfícies planas a proteger.

Pode encontrar-se mais detalhe na Norma internacional IEC 62305-3.

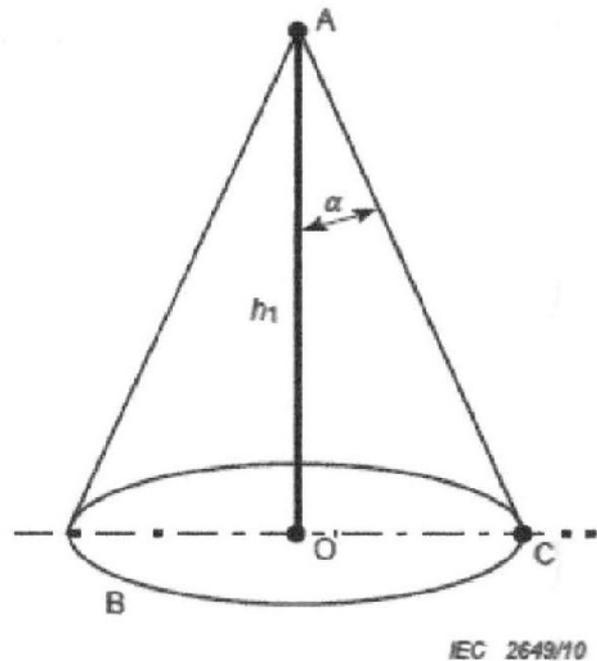
5.3.2. Método do ângulo de protecção

A posição do dispositivo de captura é considerada adequada se a estrutura a ser protegida está toda situada dentro do volume de protecção formado pelo sistema de captação.

Para a determinação do volume de protecção apenas são consideradas as dimensões físicas das partes metálicas dos dispositivos captadores.

O volume protegido determinado por uma haste simples é formado pela superfície de referência e a superfície gerada por uma linha que, passando pelo vértice do eixo do dispositivo captador, gira formando um ângulo α com ele.

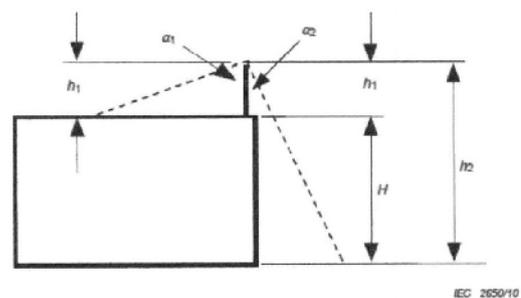
Os valores dos ângulos de protecção são dados na Figura 9 em função da diferença de altura entre a ponta do dispositivo captador e o plano horizontal considerado, h , para cada nível de protecção.



Em que,

- A — ponta de haste vertical;
- B — plano de referência;
- OC — Raio de área protegida;
- h_1 — altura da haste acima do plano de referência da área a ser protegida;
- α — Ângulo de protecção de acordo com a figura 9.

Figura 7- Volume protegido por uma haste simples



Em que,

- h_1 — Altura física da haste do sistema captador;
- a_1 — Ângulo de protecção que corresponde à altura h_1 , sendo a altura acima da superfície do telhado a proteger;
- H — Altura da superfície do telhado a proteger até ao plano de referência;
- $h_2 = h_1 + H$;
- a_2 — Ângulo de protecção α_2 corresponde à altura h_2 , sendo esta a altura acima da superfície da cobertura a a proteger, o ângulo de protecção α_2 corresponde à altura $h_2 = h_1 + H$, sendo o solo o plano de referência.

Figura 8- Volume protegido por uma haste simples

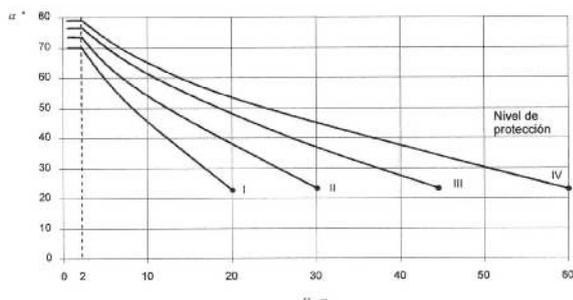
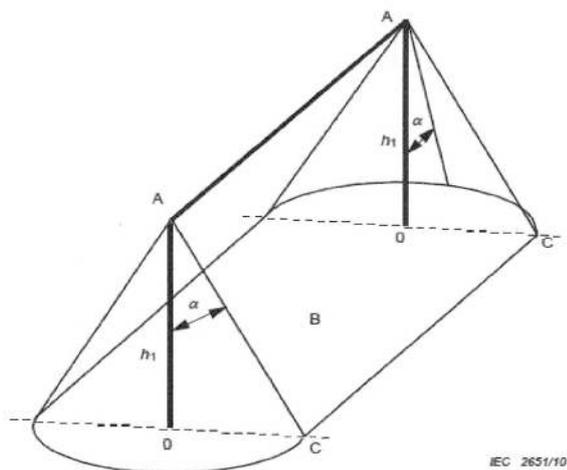


Figura 9 — Ângulo de Protecção consoante o Nível de Protecção do SPDA

Caso se disponha de um condutor suspenso unido por hastes simples, o volume protegido é definido pela composição do volume protegido pelas hastes, tendo os seus vértices no condutor. Um exemplo do volume protegido é dado pela Figura 10.



Em que,

- A — Ponta da haste vertical;
- B — Plano de referência;
- OC — Raio da área protegida;
- h_1 — Altura da haste acima do plano de referência da área a ser protegida;
- O — Ângulo de protecção de acordo com a figura 9

Figura 10 — Volume protegido por um condutor suspenso

5.3.3. Método da Esfera Rolante

A aplicação deste método considera-se adequada se no posicionamento dos dispositivos captadores nenhum ponto da estrutura a proteger entrar em contacto com o raio (r) da esfera fictícia, cujo valor depende do nível de protecção (Tabela 28), quando esta rola em volta da estrutura e no seu topo em todas as direcções possíveis.

Tabela 28 — Raio da esfera rolante

| Nível de Protecção (Np) | Raio da esfera rolante (m) |
|-------------------------|----------------------------|
| I | 20 |
| II | 30 |
| III | 45 |
| IV | 60 |

Em todas as estruturas mais altas que o raio, r , da esfera, podem ocorrer descargas laterais. Cada ponto lateral da estrutura tocado pela esfera é um possível ponto de impacto. Contudo, a probabilidade de descargas nas laterais é geralmente negligenciável para estruturas com menos de 60 metros.

Para estruturas mais altas, a grande maioria das descargas dá-se no seu topo, no perímetro da cobertura e nos cantos. Apenas uma pequena percentagem de todas as descargas terão como ponto de impacto as laterais das estruturas.

Diversas observações mostram que a probabilidade de descargas nas laterais de uma estrutura diminui rapidamente com a altura em relação ao solo em edifícios altos. Portanto deve-se instalar dispositivos de captura lateral nas partes superiores de edifícios altos (tipicamente nos 20% superiores em relação à altura total do edifício). Neste caso o método da esfera rolante será aplicado apenas para prever o posicionamento de dispositivos de captura na parte superior da estrutura.

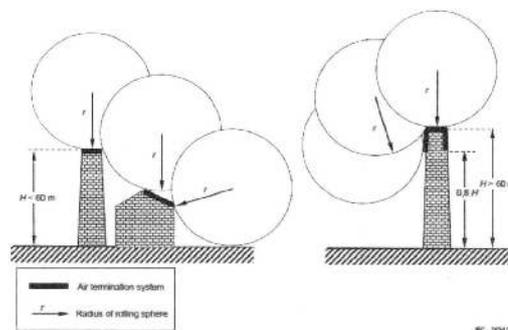


Figura 11- Método da esfera rolante

5.3.4. Método da malha de protecção

Com o propósito de proteger superfícies planas, considera-se que o método da malha protege toda a superfície, dependendo do cumprimento das seguintes condições:

- Os dispositivos captadores devem ser posicionados:
 - No perímetro da cobertura;
 - Nos beirados dos telhados;
 - Nas cumeeiras, caso o pendente do telhado seja superior a 10%.

As dimensões da malha de condutor não excedem os valores dados na Tabela 29;

A malha de condutor está construída de tal forma que a corrente de descarga irá sempre dividir-se, pelo menos, por dois condutores para encontrar o seu caminho para os sistemas de terra;

Nenhuma instalação metálica deverá sobressair do volume protegido pela malha;
Os condutores da malha seguem o caminho mais curto e directo possível.

Tabela 29 — Dimensão da malha

| Nível de Protecção (N _p) | Dimensão da malha (m) |
|--------------------------------------|-----------------------|
| I | 5x5 |
| II | 10x10 |
| III | 15x15 |
| IV | 20x20 |

5.4. Volume protegido por pára-raios com dispositivo de ionização (PDI)

5.4.1. Princípios gerais

Um pára-raios com dispositivo de ionização é composto por uma ponta de captura, um dispositivo de ionização electrónico, um elemento de fixação e uma ligação aos condutores de baixada.

A área protegida por um PDI é determinada em função da sua eficácia, tal como definido em 5.4.2.

O PDI deverá ser preferencialmente instalado na parte mais elevada da estrutura, ou seja, deve ser o ponto mais alto da área a proteger.

Os pára-raios do tipo PDI devem possuir um meio de verificação do seu funcionamento após a instalação, este componente deve ser parte integrante do pára-raios e emitir um sinal com informação sobre o estado do dispositivo de ionização que compõe o pára-raios. Esta informação deve ser transmitida a uma distância não inferior a 60 metros para um dispositivo de teste remoto com capacidade de comunicação bidireccional.

5.4.2. Eficácia do PDI

Um PDI é caracterizado pela sua eficácia avanço à ionização, ΔT, determinada através do ensaio de avaliação (ver Anexo C).

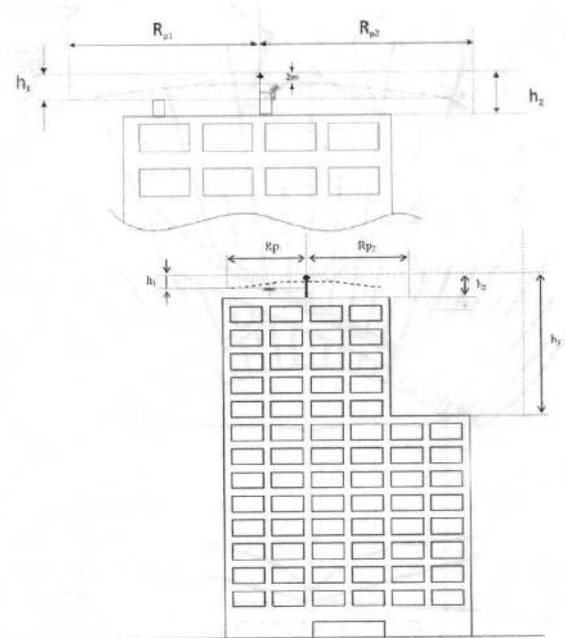
O valor máximo de ΔT permitido é de 60 μs, embora, mesmo quando o valor dos resultados dos ensaios é superior a 60 μs, estes devem ser ignorados.

O modelo de protecção utilizado nesta Norma não pode ser aplicado para PDI com valores de avanço à ionização superiores a 60 μs.

5.4.3. Posicionamento do PDI

5.4.3.1. Área protegida

A área protegida é delimitada por uma superfície de revolução definida pelo raio de protecção correspondente às duas diferentes alturas consideradas h e cujo eixo é o mesmo do pára-raios (ver Figura 12).



Em que,

h_n — Altura da extremidade do pára-raios PDI relativamente ao plano horizontal ao ponto mais alto do objecto a proteger;

5.4.3.2. Raio de protecção

O raio de protecção de um PDI está ligado à sua altura (h) em relação a superfície a proteger, ao seu tempo de avanço de ionização e ao nível de protecção seleccionado (ver Capítulo 4).

$$R_p(h) = \sqrt{2rh - h^2 + \Delta(2r + \Delta)} \tag{51}$$

Para $h \geq 5$ m e

$$R_p = \frac{h \times R_p(5)}{5} \tag{52}$$

Para $2 \text{ m} \leq h < 5 \text{ m}$

Em que,

$R_p(h)$ (m) → Raio de protecção de uma dada altura h;

h (m) → Altura da extremidade do PDI relativamente ao plano horizontal do ponto mais alto do objecto a proteger;

r (m) = 20 m para a protecção de nível I

r (m) = 30 m para a protecção de nível II

r (m) = 45 m para a protecção de nível III

r (m) = 60 m para a protecção de nível IV

Δ (m) = $\Delta T \times 10^6$.

A experiência no terreno mostra que Δ é igual à eficiência obtida durante os ensaios de avaliação do PDI.

Para edifícios com uma altura superior a 60 metros, deverão aplicar-se os requisitos mencionados em 6.2.

5.4.3.3. Selecção e posicionamento do PDI

Para cada instalação de sistema de protecção contra descargas atmosféricas, deve ser realizada uma análise do risco para determinar o nível mínimo necessário de protecção contra descargas atmosféricas.

NOTA — Um método de análise de risco é proposto no Capítulo 4.

A localização do pára-raios é seleccionada de acordo com 5.4.1 e 6.5.

Os diferentes raios de protecção R_p necessários para proteger a estrutura são determinados de acordo com as características da estrutura.

A altura do PDI e a sua eficácia são determinadas de acordo com os parágrafos anteriores utilizando as fórmulas acima para o PDI seleccionado.

6. Princípios de instalação

6.1. Princípios gerais

Para cada instalação de SPDA deve ser realizada uma análise do risco para determinar o nível mínimo necessário de protecção contra descargas atmosféricas. O método de protecção das estruturas deverá ser seleccionado de acordo com o Capítulo 5.

Os diferentes raios de protecção R_p necessários para proteger a estrutura são determinados de acordo com as características da estrutura.

6.2. Protecção dos edifícios de grande altura (altura superior a 60 metros)

Para os edifícios com mais de 60 metros, ou em qualquer ponto com mais de 120 metros de altura, é necessário considerar uma protecção complementar, contra impacto de descargas atmosféricas directas, para os 20% superiores da altura da estrutura.

Devem, também, ser instalados, pelo menos, quatro condutores de baixada, distribuídos ao longo do perímetro, preferencialmente em cada canto do edifício, interligados de forma adequada por um condutor de cintura.

Geralmente, o risco associado a descargas atmosféricas laterais é baixo, devido à reduzida probabilidade de ocorrer uma descarga lateral sobre uma estrutura elevada, em comparação ao conjunto de descargas atmosféricas sobre a mesma estrutura, e ainda porque os parâmetros dessas descargas atmosféricas são muito inferiores aos das descargas no topo da estrutura.

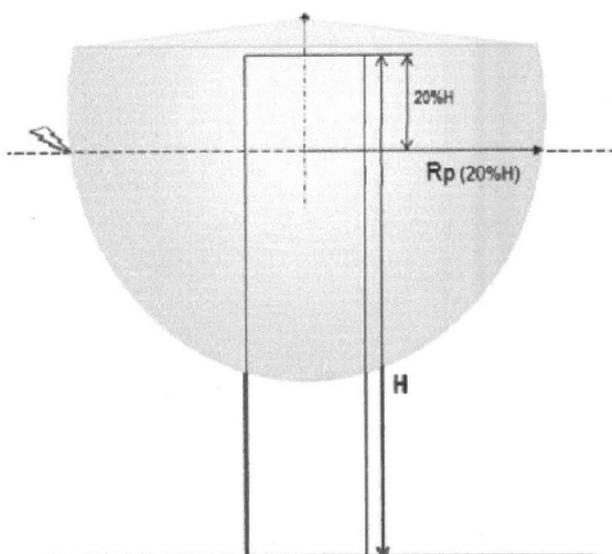


Figura 13 — Protecções complementares contra impacto directo para os 20% mais elevados da estrutura dos edifícios com uma altura superior a 60 metros

6.3. Protecção dos edifícios para os níveis de protecção I + e I ++

Nível de protecção I+: O SPDA, para um nível de protecção I, é igualmente ligado à estrutura de metal ou às armaduras metálicas do betão utilizadas como condutores para baixada naturais, além dos condutores de baixada específicos e dos condutores de baixada naturais incluídos no SPDA, de acordo com 6.6. As ligações aos condutores de baixada naturais devem ser feitas ao nível do telhado e do solo. Se os condutores de baixada não estão interligados ao nível do telhado, um condutor de cintura localizado logo abaixo pode ser utilizado para satisfazer estes requisitos. Os condutores de baixada devem ser interligados ao nível do solo pela malha de terra ou a através de um condutor dedicado.

Na ausência de condutor de baixada natural, ou se um dos requisitos anteriores não puder ser satisfeito, o nível I + não pode ser considerado.

Nível de protecção I ++: a cobertura deve beneficiar de uma protecção de nível I + com recurso a um dispositivo captor onde o raio de acção é reduzido a 40% relativamente aos valores dados em 0, de modo a atingir uma protecção completa dos equipamentos presentes na cobertura contra os impactos directos das descargas atmosféricas.

6.4. Materiais e dimensões

Os materiais e dimensões utilizados nos diferentes métodos de protecção contra descargas atmosféricas são apresentados na Tabela 30.

Tabela 30 — Materiais e dimensões para hastes simples e malha protectora

| Material | Observações | Dimensões |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Cobre electrolítico ou estanhado (1) | Recomendado pela sua boa condutividade eléctrica e sua resistência a corrosão. | Plano de 30x2mm |
| | | Redondo \varnothing 8 mm (2) |
| | | Trança plana 30x3,5mm $\varnothing >1,5$ mm; L=0,5m ou 1m (3) |
| Aço inoxidável | Recomendado em certos ambientes corrosivos | $\varnothing >25$ mm; L>20,5m ou 1m (4) |
| Alumínio a 5/L | Não utilizar em terras nem em cimento. | Plano 30x3mm |
| | | Redondo \varnothing 10 mm (2) |
| NOTAS | | |
| 1. Recomenda-se o cobre estanhado devido às suas propriedades físicas, mecânicas e eléctricas (condutividade, permeabilidade, resistência à corrosão, entre outros). | | |
| 2. Dado o carácter de impulso da corrente do raio, o condutor plano é preferível ao redondo, já que oferece uma maior superfície exterior para uma secção exterior. | | |
| 3. Usado em pontas de captura para Gaiolas de Faraday. | | |
| 4. Usado em hastes simples. | | |

6.5. Instalação

As pontas dos dispositivos captadores, quer sejam eles haste simples ou PDI, devem ser instaladas, no mínimo, dois metros acima da área que está a proteger, incluindo antenas, aparelhos de ar condicionado, telhados, cisternas ou outros elementos. Ao conceber um SPDA, deve ter-se em conta os pontos arquitecturais apropriados para posicionar o pára-raios, tais como espaços sobre os terraços, cumeeiras e chaminés metálicas ou de alvenaria.

Quando se encontram a proteger áreas abertas, como campos de desportos, golfe, natação, campismo, entre outros, os dispositivos captadores devem ser do tipo PDI e instalados em estruturas específicas, tais como torres, postes de iluminação ou outra estrutura similar, de modo a que o PDI possa cobrir toda a área a proteger. Opcionalmente, pode ser colocado numa torre auto-suportada.

Quando forem utilizados cabos de espia, estes devem ligar-se aos condutores de baixada no ponto de fixação ao solo, recorrendo a condutores que se encontrem de acordo com o estabelecido em 6.8.

No caso de malha de protecção, as dimensões da malha devem reger-se pelo referido em 5.3.4.

6.6. Condutores de baixada

6.6.1. Princípios gerais

Os condutores de baixada têm como função conduzir a corrente da descarga atmosférica desde o pára-raios até ao sistema de terras, sendo preferencialmente instalados no exterior da estrutura.

Os condutores de baixada devem ser fixos aos dispositivos captadores por meio de um sistema de fixação que deve compreender um elemento de adaptação mecânica, de modo a assegurar um contacto eléctrico permanente.

Se um condutor de baixada não for de cobre e se for instalado numa parede de material combustível, uma das seguintes condições deve ser cumprida para evitar o aumento de temperaturas perigosas:

Separação de, pelo menos, 0,10m;

Condutor com secção transversal de, pelo menos, 100mm².

Duas trajectórias de condutor de baixada são consideradas independentes se estiverem separadas, no mínimo, dois metros. De modo a gerir problemas de ordem prática que possam encontrar-se, aceita-se que a trajectória seja idêntica sobre um comprimento equivalente a 5% do comprimento total do condutor de baixada mais curto.

6.6.2. Número de condutores de baixada

Para um SPDA não isolado, a cada pára-raios devem ligar-se, pelo menos, dois condutores de baixada. De modo a melhor distribuir a corrente, as duas trajectórias para a terra devem estar localizadas em alçados diferentes sempre que tal for viável tecnicamente. Um dos dois condutores de baixada deve ser específico e estar em conformidade com o estabelecido em 6.6.6, visto que os componentes naturais podem ser alterados ou retirados, independentemente de pertencerem a um SPDA.

Se vários pára-raios forem instalados no mesmo edifício, pode partilhar-se condutores de baixada, não sendo necessário dois condutores de baixada para cada pára-raios, embora seja necessário, pelo menos, um condutor de baixada específico por cada pára-raios.

Refira-se que apenas é possível utilizar um condutor de baixada por cada pára-raios se a distância de separação calculada para o sistema completo o permitir. Esta distância permite calcular o número de condutores de baixada que

são necessários e a possibilidade de mutualização destes. O aumento de condutores de baixada específicos possibilita uma redução da distância de separação.

Se o SPDA for isolado, é necessário, pelo menos, um condutor de baixada por cada pára-raios.

Relativamente a postes, mastros, chaminés e outras estruturas metálicas:

Se a estrutura de aço satisfaz os requisitos de componentes naturais, pode ser utilizada como o primeiro condutor de baixada;

Se a estrutura é isolada pode ser usada como condutor de baixada única necessária. Assim, mais nenhum condutor de baixada específico complementar é necessário;

Se a estrutura não é isolada, pode considerar-se que substitui os dois condutores de baixada necessários quando a sua secção for maior ou igual a 100mm². Se a secção está entre 50mm² e 100mm², é necessário um segundo condutor de baixada específico.

Uma estrutura que não satisfaz aos requisitos relativos aos componentes naturais, não pode ser usada como condutor de baixada. Portanto, um ou dois condutor(es) de baixada específico(s) é/são necessário(s). Os componentes naturais devem ter uma impedância baixa e permanente, podendo ser necessário adicionar um condutor de baixada específico para obter essa impedância baixa.

No caso das malhas de protecção, e para reduzir a probabilidade de danos causados pela corrente de descargas, os condutores de baixada devem ser dispostos de uma forma a que desde o ponto de impacto até à terra:

a) Existam vários caminhos paralelos;

b) O comprimento dos caminhos seja o mais curto possível;

c) As ligações equipotenciais às partes condutoras da estrutura sejam feitas conforme o definido em 6.8.

A distribuição dos condutores de baixada deverá ser feita à volta do perímetro da estrutura a proteger e sujeita aos condicionamentos da arquitectura do edifício.

No caso das malhas de protecção, os condutores de baixada repartem-se ao longo do perímetro do espaço a proteger, de forma a que a sua separação média não exceda o indicado na Tabela 31, em função do nível de protecção.

Tabela 31 — Distância entre baixadas em sistemas de protecção com malhas

| Nível de Protecção | Distância entre baixadas (m) |
|--------------------|------------------------------|
| I | 10 |
| II | 10 |
| III | 15 |
| IV | 20 |

6.6.3. Trajectória

O condutor de baixada deve ser instalado de forma a garantir que a sua trajectória será a mais curta e directa possível. Deverá ainda ser o mais directa possível para evitar ângulos agudos e secções ascendentes.

As curvas que se façam na baixada deverão ter um raio de curvatura de, pelo menos, 20 centímetros. Os condutores de baixada devem utilizar curvas formadas lateralmente, quando possível.

Os condutores de baixada não devem caminhar ao longo das canalizações eléctricas e deve evitar-se que as atravessem. As trajectórias também devem evitar parapeitos e cornijas e, apesar de deverem ser o mais directas possível, pode aumentar-se a sua altura, até 40 centímetros, de modo a passar por cima de um parapeito com inclinação até 45.º, como indicado no caso e) da Figura 14. Em alternativa, calculando a distância de separação de acordo com 6.9, com $I = I1 + I2 + I3$ (Figura 15), pode determinar-se o raio de curvatura mínimo.

No caso d) da Figura 14, $d > \frac{l}{20}$ verifica-se sempre, desde que $d > \sqrt{l}$, qualquer que seja o comprimento l .

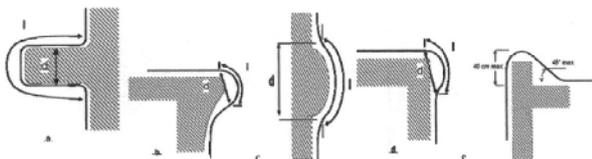
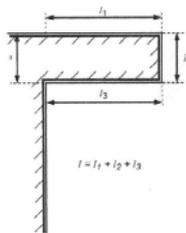


Figura 14— Percursos de baixadas



Em que,

- l — Comprimento da curvatura, em metros;
- d — Largura da curvatura, em metros. Se $d > l/20$ evita-se o risco de ruptura do dieléctrico.

Figura 15 — Formas de curvatura dos condutores de baixada

A distância entre condutores de baixada e entre os eventuais condutores de cintura correlaciona-se com a distância de separação. Os condutores devem ser fixados com três fixações por metro, sendo que estas deverão ser adaptadas aos suportes e deve garantir-se que a sua instalação não altera a estanquicidade da estrutura. Refira-se que as fixações devem permitir uma eventual expansão térmica dos condutores e devem evitar-se fixações por perfuração sistemática.

Todos os condutores deverão estar ligados entre si usando clips de natureza idêntica, através de rebites, soldadura ou várias soldaduras. Os condutores de baixada devem ser protegidos contra choques mecânicos, através de tubos ou calhas de protecção (com um rasco longitudinal, se metálico) até uma altura mínima de dois metros a partir do solo.

6.6.4. Trajectória interior

Nas situações em que não é possível instalar um condutor de baixada no exterior da estrutura, pode instalar-se no interior, em parte ou na totalidade da altura da estrutura, dentro de uma conduta específica para esta finalidade, não inflamável e isolante e mantendo três fixações por metro.

A distância de separação é calculada também para condutores de baixada interiores para determinar o nível de isolamento necessário da conduta específica.

O dono da instalação deve ser informado das dificuldades criadas para a verificação e manutenção de condutores de baixada e os correspondentes riscos de sobretensões no interior do edifício.

Nos períodos de tempestade não deve ser permitido acesso à conduta. Devem ser tomadas medidas de protecção da mesma forma que é feito para condutores de baixada exteriores, de acordo com o estabelecido no Anexo B, incluindo ligações equipotenciais dos pisos com o condutor de baixada.

6.6.5. Revestimento exterior

Quando um edifício tem um revestimento exterior feito de metal, pedra ou vidro, ou quando uma parte do revestimento da frente é fixa, pode instalar-se o condutor de baixada sobre a parede de betão ou sobre a estrutura principal sob o revestimento. Nessas situações, as partes condutoras do revestimento deverão ser ligadas ao condutor de baixada na sua parte superior e inferior.

Se o condutor de baixada não for de cobre, deve instalar-se a mais de 10 centímetros por detrás do material inflamável do revestimento, nos casos em que a superfície da secção transversal é inferior a 100 mm². Para uma área transversal igual ou superior a 100 mm², não é recomendado para manter uma distância precisa entre o condutor de baixada e o material isolante.

NOTA — Os mesmos requisitos também são aplicáveis a todos os materiais inflamáveis, mesmo na cobertura, como é exemplo a palha.

6.6.6. Materiais e dimensões

Os condutores de baixada podem ser planos ou redondos maciços. A secção mínima deve ser de 50 mm² e encontra-se definida na Tabela 32.

Podem ser considerados condutores planos entrançados em caso de instalações móveis, tais como, nomeadamente, gruas.

Tabela 32 — Materiais e dimensões dos condutores de baixada

| Material | Observações | Dimensões |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Cobre electrolítico nu ou estanhado (1) | Recomendado pela sua boa condutividade eléctrica e sua resistência a corrosão. | Plano de 30x2mm |
| | | Redondo Ø 8 mm (2) |
| | | Trança plana 30x3,5mm |
| | | Redondo Ø 10 mm (2) |
| Aço inoxidável | Recomendado em certos ambientes corrosivos | Plano de 30x2mm |
| | | Redondo Ø 8 mm (2) |
| | | Redondo Ø 10 mm (2) |
| Alumínio a 5/L | Não utilizar em terras nem em cimento. | Plano 30x3mm |
| | | Redondo Ø 10 mm (2) |

NOTAS

1. Recomenda-se o cobre estanhado devido às suas propriedades físicas, mecânicas e eléctricas (condutividade, permeabilidade, resistência à corrosão, entre outros).
2. Dado o carácter de impulso da corrente do raio, o condutor plano é preferível ao redondo, já que oferece uma maior superfície exterior para uma secção exterior.
3. Não se admite o uso de quaisquer tipos de cabos isolados, sejam estes coaxiais ou não, como condutores de baixada, nem o uso de tubos ou revestimentos isolantes, revestindo as baixadas.
4. Os requisitos de fabrico dos materiais a utilizar encontram-se definidos na Norma IEC 62561-2.

6.6.7. Caixa de medição de terra

Cada condutor de baixada deve ser provido de uma caixa de medição de terra (ligador amovível ou união de controlo), que permita desconectar a ligação à terra do resto da instalação, a fim de se efectuarem medições, e deve estar identificada com o símbolo.

O ligador de terra deve ser concebido em material de baixa impedância, de ligação por pressão ou esmagamento e de secção não inferior a vinte vezes a secção do condutor.

Geralmente as caixas de medição de terra devem intercalar-se nas baixadas a dois metros de altura do solo. Para as instalações sobre paredes metálicas, onde não estão previstas baixadas específicas, as caixas de medição de terra intercalam-se entre cada uma das ligações à terra e o elemento metálico do edifício ao qual estão unidas; devem ser instaladas no interior de uma caixa de visita sobre a qual deve estar inscrito o símbolo.

6.6.8. Contador de descargas atmosféricas

Nos casos em que a instalação se encontra equipada com um contador de descargas atmosféricas, deve instalar-se o contador de descargas no condutor de baixada mais directo e, preferencialmente, pouco acima da caixa de medição de terra.

O contador de descargas atmosféricas deve estar de acordo com a Norma IEC 62561-6.

6.6.9. Componentes naturais

Existem alguns componentes naturais condutores que podem substituir, na sua totalidade ou em parte, um condutor de baixada.

6.6.9.1. Componentes naturais que podem substituir a totalidade ou parte de um condutor de baixada

As armaduras de aço externas interligadas (estruturas metálicas) podem ser usadas, geralmente, como condutores de baixada, desde que sejam condutoras e tenham uma resistência até $0,01 \Omega$. Nestas situações, conecta-se os pára-raios directamente à armadura metálica e a parte mais baixa deve ser ligada à terra.

A utilização de um condutor de baixada natural deve estar de acordo com os requisitos de equipotencialidade definidos nesta Norma, em 6.7.

6.6.9.2. Componentes naturais que podem ser utilizados para completar condutor(es) de baixada

De modo a completar o SPDA, podem usar-se os seguintes itens para ligar ao sistema de protecção:

a) Armaduras de aço interligadas que ofereçam continuidade eléctrica, tais como:

Estruturas internas metálicas, estruturas metálicas do betão armado e estruturas metálicas dentro das paredes, desde que existam terminais específicos para este fim na parte superior e inferior;
Estruturas metálicas externas que não corram a altura total da estrutura.

NOTA — Caso se utilize betão pré-formado, deve ter-se atenção ao risco de efeitos mecânicos causados pela corrente das descargas atmosféricas que atravessa o SPDA.

b) Telas de metal que cubram a área a ser protegida, desde que:

A continuidade eléctrica entre as diversas partes seja durável;

Não sejam revestidas com material isolante.

NOTA — Uma fina camada de tinta protectora, um milímetro de betão ou 0,5 milímetros de PVC não são consideradas isolamento.

c) Canalizações metálicas, quando têm uma espessura de, no mínimo, dois milímetros.

6.7. Ligação equipotencial das partes metálicas

Os elementos interiores do SPDA devem evitar o aparecimento de arcos perigosos na estrutura a proteger, devido à passagem da corrente da descarga atmosférica em elementos externos ao SPDA ou nas outras partes condutoras da estrutura. Os arcos perigosos podem ocorrer entre os elementos externos ao SPDA e outros componentes, tais como:

Instalações metálicas;

Sistemas internos;

As partes condutoras externas e as linhas entrando na estrutura.

Podem evitar-se arcos perigosos recorrendo a uma ligação equipotencial, de acordo com o estabelecido em 6.8, ou isolamento eléctrico entre os elementos, em conformidade com o estipulado em 6.9.

6.8. Ligação equipotencial da descarga atmosférica

6.8.1. Princípios gerais

A equipotencialidade efectua-se através da interligação do SPDA com as instalações metálicas, os sistemas internos ou os elementos externos condutores e as linhas ligadas à estrutura.

Quando se realiza uma ligação equipotencial de descargas atmosféricas para a instalação interior de uma protecção, parte da corrente da descarga atmosférica pode fluir para o interior, pelo que isso deverá ser tido em conta. Os meios de interligação podem ser os condutores de equipotencialidade, se não se obtiver uma continuidade natural, ou os protectores de sobretensões, quando a equipotencialidade não for viável.

A sua realização é importante e deve ser coordenada com o operador da rede de comunicação, o distribuidor de energia eléctrica e outros operadores ou autoridades em causa, de modo a evitar potenciais requisitos conflituosos.

Os protectores de sobretensões devem ser instalados de uma forma que garanta que possam ser verificados.

NOTA — Se um SPDA for instalado, as partes metálicas no exterior da estrutura a proteger podem ser afectadas, pelo que tal deve ser tomado em conta aquando da concepção. Ligações equipotenciais das partes metálicas externas podem, igualmente, ser necessárias.

6.8.2. Ligação equipotencial de descargas atmosféricas entre as instalações metálicas

No caso de um SPDA, exterior isolado, a ligação deve ser realizada apenas ao nível do solo. Se for um SPDA, exterior não isolado, as ligações equipotenciais realizam-se nos seguintes locais:

a) No subsolo ou aproximadamente ao nível do solo.

Os condutores de equipotencialidade devem ser ligados a uma barra de equipotencialidade fabricada e disposta de modo a permitir o acesso fácil para a verificação. A barra de equipotencialidade deve estar ligada à principal caixa de medição de terra. Em grandes estruturas, geralmente de comprimento superior a 20 metros, podem instalar-se várias barras desde que estas sejam interligadas;

b) Onde os requisitos de isolamento não forem cumpridos, conforme estabelecido em 6.9.

As ligações equipotenciais devem, também, ser o mais directas e rectas possível.

NOTA — Quando a ligação equipotencial for ligada a uma parte condutora da estrutura, parte da corrente da descarga atmosférica pode fluir na estrutura, pelo que esses efeitos devem tomar-se em consideração.

Os valores mínimos das secções de ligação equipotencial entre as barras e a terra são apresentadas na Tabela 33 e os valores mínimos das secções de ligação equipotencial entre as instalações metálicas e as barras são apresentados na Tabela 34.

Tabela 33 — Dimensões mínimas dos condutores ligados a diferentes barras de equipotencialidade ou entre as barras de equipotencialidade e a terra

| Nível de Protecção | Material | Secção transversal (mm ²) |
|--------------------|----------|---------------------------------------|
| I a IV | Cobre | 16 |
| | Alumínio | 25 |
| | Aço | 50 |

Tabela 34 — Dimensões mínimas dos condutores de ligação entre os elementos metálicos internos e a caixa de medição de terra principal

| Nível de protecção | Material | Secção transversal (mm ²) |
|--------------------|----------|---------------------------------------|
| I a IV | Cobre | 6 |
| | Alumínio | 10 |
| | Aço | 16 |

A ligação pode ser obtida através de um explosor de equipotencialidade, de acordo com a Norma IEC 62561-3.

6.8.3. Equipotencialidade de descargas atmosféricas para elementos condutores externos

Para elementos condutores exteriores, a equipotencialidade da descarga atmosférica deve ser estabelecida tão próximo quanto possível do ponto de entrada na estrutura a proteger. Os condutores de equipotencialidade devem suportar a passagem de parte da corrente da descarga atmosférica.

A ligação pode ser obtida através de um explosor de equipotencialidade, de acordo com a IEC 62561-3.

6.8.4. Equipotencialidade de descargas atmosféricas para sistemas internos

A ligação de equipotencialidade da descarga atmosférica tem que estar em conformidade com o estabelecido em 6.8.2 a) e 6.8.2 b).

Caso os condutores dos sistemas internos ligados ao exterior sejam blindados ou instalados em condutas metálicas, pode ser suficiente ligar a terra às blindagens ou condutas metálicas. Caso não sejam blindados nem se encontrem em condutas metálicas, os condutores dessas linhas devem ser ligados à terra através de um protector de sobretensões.

No esquema TN, os condutores PE ou PEN devem ser ligados ao SPDA directamente ou, em alternativa, por um protector de sobretensões. Os condutores de ligação equipotencial e os protectores de sobretensões devem estar de acordo com o definido em 6.8.2.

Se a protecção dos sistemas internos contra tensão de contacto for necessária, deve utilizar-se a protecção através de protectores de sobretensões coordenados conforme os requisitos desta Norma.

6.8.5. Equipotencialidade de descargas atmosféricas para linhas ligadas à estrutura a proteger

Deve efectuar-se uma equipotencialidade da descarga atmosférica para linhas ligadas à estrutura a ser protegida em conformidade com o definido em 6.8.3.

Os condutores de cada linha devem estar ligados à terra directamente ou por protectores de sobretensões. No esquema TN, os condutores PE ou PEN devem ser ligados à barra equipotencial directamente ou por um protector de sobretensões.

Quando os condutores são blindados ou instalados em condutas metálicas, as suas blindagens ou condutas devem ser ligadas à terra.

As equipotencialidades de descargas atmosféricas das blindagens e condutas devem ser feitas perto do seu ponto de entrada na estrutura. Os condutores de ligação e os protectores de sobretensões devem ter as características estabelecidas em 6.8.3.

Quando é necessária a protecção contra sobretensões de origem atmosférica dos sistemas internos ligados a linhas que entram na estrutura, essa protecção deve ser assegurada por protectores de sobretensões coordenados, de acordo com os requisitos desta Norma.

6.9. Distância de separação

O isolamento eléctrico entre o dispositivo de captura ou os condutores de baixada e partes metálicas da estrutura, instalações metálicas e sistemas de interior pode ser realizado por uma distância de separação, s , entre as partes. A equação geral para o cálculo da distância de separação, em metros, é a seguinte:

$$S = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l \quad (53)$$

Em que,

k_i - Depende do nível de protecção escolhido, de acordo com a Tabela 35;

k_m - Depende do material de isolamento eléctrico, de acordo com a Tabela 36;

k_c - Depende da corrente da descarga atmosférica que flui nos condutores de baixada e da terra, de acordo com a Tabela 37;

l - Comprimento, em metros, ao longo dos dispositivos de captura e condutores de baixada entre o ponto onde a distância de separação é considerada e o ponto de ligação equipotencial mais próximo.

NOTA — O comprimento, l, ao longo do dispositivo de captura pode ser ignorado para as estruturas com telhado metálico contínuo, servindo como dispositivo de captura natural.

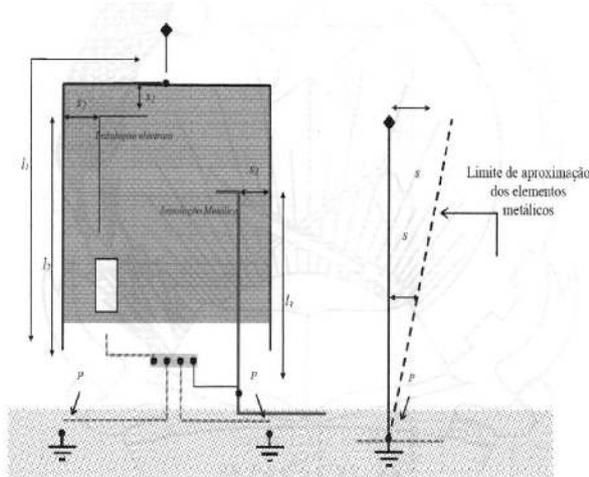


Figura 16 — Distância de separação em função do comprimento considerado e aumento da diferença de potencial em função da distância ao ponto de equipotencialidade mais próximo (P).

Tabela 35 — Valores do coeficiente k_i

| Nível de protecção | K_i |
|--------------------|-------|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III e IV | 0,04 |

Tabela 36 — Valores do coeficiente k_m

| Material | K_m |
|-------------------------|-------|
| Ar | 1 |
| Betão, tijolos, madeira | 0,5 |

NOTAS:
 1. Se diversos materiais isolantes estão em série, uma boa prática é escolher o menor valor de K_m ;
 2. Se não usados outros materiais isolantes, o fabricante deve fornecer conselhos sobre a construção e o valor do K_m .

Em estruturas de betão armado com armaduras metálicas interligadas, a distância separação não é necessária.

Tabela 37 — Valores do coeficiente k_c

| Número de condutores de baixada (n) | K_c |
|-------------------------------------|-------|
| 1 (apenas no caso de SPDA isolado) | 1 |
| 2 | 0,06 |
| 3 ou mais | 0,04 |

NOTA — Os valores da Tabela 37 aplicam-se para configuração dos sistemas de terra Tipo B e Tipo A, desde que a diferença de resistência de terra aos electrodos vizinhos não seja superior a dois. Caso a diferença entre electrodos de terra simples seja superior a dois, assume-se $K_c = 1$.

7. Sistemas de terras

7.1. Princípios gerais

Todos os sistemas de terras da mesma estrutura devem ser interligados. Um sistema de terras deve ser instalado para cada condutor de baixada, na base, com um mínimo de dois electrodos por sistema de terra.

Tendo em conta a natureza impulsional das correntes da descarga atmosférica, e com o intuito de aumentar a sua dissipação na terra, e conseqüente redução do risco de sobretensões perigosas no interior do volume a ser protegido, deve considerar-se a dimensão, a forma e a resistência do sistema de terras.

Uma determinada área de contacto com o solo deve ser assegurada, de modo a facilitar a dispersão das correntes da descarga atmosférica durante um tempo curto.

O valor da resistência da terra, medido utilizando equipamento convencional, deve ser tão baixo quanto possível (inferior a 10 Ω). Essa resistência deve ser medida na saída do condutor terra, isolado de qualquer outro componente condutor.

Devem evitar-se sistemas constituídos por um único electrodo, horizontal ou vertical extremamente longo (superior a 20 metros), de modo a minimizar, tanto quanto possível, os valores de impedância ou indutância.

Não existe vantagem em utilizar um único electrodo vertical atingindo uma camada profunda de solo húmida, excepto quando a resistividade de superfície é particularmente elevada e existe uma camada de alta condutividade mais abaixo.

No entanto, este tipo de sistemas de terras perfurados tem uma onda de alta impedância quando a profundidade ultrapassa os 20 metros e, assim, deve usar-se um número elevado de hastes verticais ou horizontais, perfeitamente interligadas do ponto de vista eléctrico.

Salvo impossibilidade real, os sistemas de terra deverão ser sempre dirigidos para o exterior da estrutura a ser protegida.

NOTA — Para evitar tensões de passo, deve ser consultado o Anexo B.

7.2. Tipos de sistemas de terras

As dimensões do sistema de terras dependem da resistividade do solo onde serão instalados esses sistemas, sendo que essa resistividade pode variar bastante em função do material do solo (argila, areia, rocha, entre outros).

A resistividade pode ser medida através de um método adaptado com um instrumento de medida de terra ou, alternativamente, podem consultar-se os valores da Tabela 38.

Para cada condutor de baixada, os sistemas de terras podem compreender:

Tipo A: Sistema de terra específico, dividido em A1 e A2:

A1 - Os condutores da mesma natureza e secção que os condutores de baixada, à excepção do alumínio, dispostos sob a forma de pata de galo de grandes dimensões e enterrados a uma profundidade mínima de 50 centímetros.

Exemplo: três condutores de sete a oito metros de comprimento, enterrados na horizontal, a uma profundidade mínima de 50 centímetros.

A2 - Conjunto composto de vários eléctrodos verticais, de comprimento total mínimo de seis metros a uma profundidade mínima de 50 centímetros:

Dispostos em linha ou triângulo e separados uns dos outros por uma distância, no mínimo, igual ao comprimento enterrado;

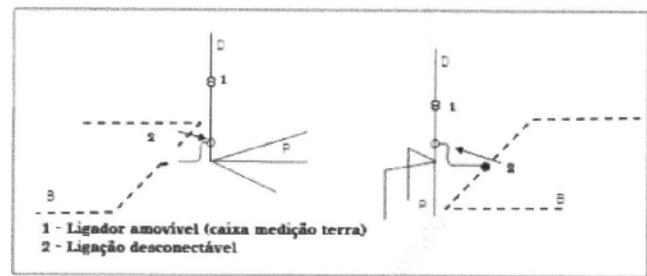
Interligados por um condutor enterrado idêntico ao condutor de baixada ou às características compatíveis com este último.

NOTA — A disposição de terra em anel

Esta disposição compreende um anel exterior à estrutura em contacto com o solo, num comprimento de, pelo menos, 80% do anel e um sistema de terras das fundações, com a condição que ele seja constituído por um condutor de 50 mm². Cada condutor de baixada deverá ser, também, ligado a, no mínimo, um eléctrodo horizontal de, pelo menos, quatro metros de comprimento ou a um eléctrodo vertical de comprimento mínimo de dois metros.

Tabela 38 — Resistividades típicas do solo

| Tipo de solo | Resistividade (Ωxm) |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Sapal | Algumas unidades acima de 30 |
| Vaso | 20 - 100 |
| Húmus | 10-150 |
| Turfa seca | 5-100 |
| Argila mole | 50 |
| Argila compacto | 100 - 200 |
| Marga Jurássico | 30 - 40 |
| Areia argilosa | 50 - 500 |
| Areia sílica | 200 - 3000 |
| Solo rochoso nu | 1500 - 3000 |
| Terreno pedregoso coberto com grama | 300 - 500 |
| Calcário mole | 100-300 |
| Calcário compacto | 1000 - 5000 |
| Calcário rachado | 500 - 1000 |
| Xisto | 50 - 300 |
| Mica-Xisto | 800 |
| Granito e grés de arenito | 1500- 10000 |
| Granito e grés elevado de arenito | 100 - 600 |



Em que,

D — Condutor de Baixada;

B — Anel ao nível das fundações do edifício;

P — Ligação à terra do SPDA.

Figura 17 — Esquema de tipo de sistema de terra A1 e A2

7.3. Disposições complementares

Nos casos em que a resistividade elevada do solo impedir obter uma resistência do sistema de terras inferior a 10 Ω com as medidas normalizadas anteriores, pode recorrer-se às seguintes disposições complementares:

Adicionar um eléctrodo na disposição de pata de galo, ou ligação destes últimos aos eléctrodos existentes;

Adicionar um material natural não corrosivo de menor resistividade em redor dos condutores de ligação à terra;

Aplicação de enriquecedor de terra conforme a IEC 62561.

Quando a aplicação de todas essas medidas acima não permitir obter um valor da resistência inferior a 10 Ω , pode considerar-se que o sistema de terra do tipo A garante o escoamento da corrente da descarga atmosférica, desde que ela compreenda um comprimento total de eléctrodo enterrado de, no mínimo, 160 metros, para o nível de protecção I, ou 100 metros, para os níveis de Protecção II, III e IV.

Cada elemento vertical ou horizontal não deverá ultrapassar 20 metros de comprimento, para qualquer dos casos.

O comprimento necessário pode ser uma combinação de eléctrodos horizontais (comprimento acumulado L1) e verticais (comprimento acumulado L2) com o requisito seguinte:

160 metros (ou 100 metros, dependendo do nível de protecção) $\leq L1 + 2 \times L2$

Para um sistema de terras do tipo B, quando o valor de 10 Ω não pode ser obtido, o comprimento acumulado de n eléctrodos suplementares deverá ser de:

160 metros para um nível de protecção I (ou 100 metros, dependendo do nível de protecção) para um eléctrodo horizontal;

80 metros para o nível de protecção I, ou 50 metros para os outros níveis de protecção, para eléctrodos verticais;

Uma combinação semelhante à anterior para um sistema de terras tipo A.

7.4. Equipotencialidade dos sistemas de terras

Quando o edifício ou o volume a proteger tem um sistema de terras de fundações para a instalação eléctrica, os sistemas de terras do SPDA devem ser ligados a este através de um condutor Normalizado, de acordo com a Norma IEC 62561-2. Para novas construções, esta medida deve ser considerada desde a etapa inicial da concepção. A interligação ao circuito de ligação à terra das fundações deve ser executada ao longo

de cada condutor de baixada, através de um dispositivo desconectável, de preferência numa caixa de visita onde se encontre o símbolo de terra.

Nos edifícios e instalações existentes, devem efectuar-se as interligações nas partes enterradas, preferencialmente, e deve ser possível uma desconexão para as verificações. Quando as interligações são feitas no interior do edifício, recomenda-se que a trajectória do condutor evite induções ao nível dos cabos e dos materiais vizinhos.

Quando existem várias estruturas incluídas no volume a proteger, o sistema de terras do SPDA deve ser ligado à rede de equipotencialidade existente, que se encontra enterrada, e que interliga todas as estruturas.

7.5. Condições de proximidade

Os componentes do sistema de terras do SPDA devem estar, no mínimo, a dois metros de qualquer ligação eléctrica enterrada, caso as canalizações não estiverem ligadas, do ponto de vista eléctrico, à equipotencialização principal da estrutura. Para os solos onde a resistividade é superior a $500 \Omega \times m$, a distância mínima passa a ser de cinco metros.

7.6. Materiais e dimensões

Os materiais e dimensões a considerar para os sistemas de terras são apresentados na Tabela 39.

Tabela 39 — Materiais e dimensões dos condutores de terra

| Eléctrodos de Terra | | |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Material | Observações | Dimensões |
| Cobre electrolítico nu ou estanhado 1) | Recomendado pela sua boa condutividade eléctrica e sua boa resistência à corrosão | Plano 30 x 2 mm |
| | | Redondo Ø8 mm |
| | | Cabo multifilar 50 mm ² , a) |
| | | Grelha em fio de secção mínima 10mm ² |
| | | Piquete maciço Ø 14 mm, L= 2 m |
| | | Piquete tubular Ø 25 exterior, L= 2 m |
| | | Trança plana 30 x 3,5 mm |
| | | Placa 500 x 500 x 2 mm |
| Aço cobreado * (250□) | | Piquete maciço Ø 14 mm, L= 2 m |
| Aço inox 18/10, 304 | Recomendado em certos ambientes corrosivos | Plano 30 x 2 mm |
| | | Redondo Ø 10 mm |
| | | Piquete maciço Ø 14 mm, L= 2 m |
| | | Piquete tubular Ø 25 exterior, L= 2 m |
| | | |
| Aço galvanizado a quente (50□) | Reservado para instalações provisórias e de curta duração devido à sua má resistência à corrosão | Plano 30 x 3,5 mm |
| | | Redondo Ø 10 mm |
| | | Piquete maciço Ø 19 mm, L= 2 m |
| | | Piquete tubular Ø 21 exterior, L= 2 m |
| | | |

a) Diâmetro mínimo de 1 mm para cada fio do condutor multifilar;
 1) Tendo em conta as propriedades físicas, mecânicas e eléctricas (condutividade, maleabilidade, resistência à corrosão, entre outras), recomenda-se o cobre estanhado.

8. Disposições particulares

8.1. Antenas

A existência de uma antena sobre o telhado de um edifício aumenta os riscos de impacto de raios e pode converter-se no primeiro elemento susceptível de receber a descarga.

O mastro de suporte da antena deve ser ligado directamente ou via explosor de isolamento conforme a IEC 62561-3 ao sistema de protecção contra descargas atmosféricas, com ajuda de um condutor adequado, a menos que a antena se encontre no exterior da zona a proteger ou sobre um outro telhado ou a uma distância do SPDA superior à distância de separação. O cabo coaxial deverá então ser protegido por meio de um protector de sobretensões.

Um mastro de suporte comum (ao pára-raios e à antena) pode ser utilizado nas condições seguintes:

- O pára-raios é fixo na extremidade do mastro;
- A ponta do pára-raios encontra-se, pelo menos, dois metros acima da antena mais próxima;
- O condutor de baixada é fixo directamente sobre o pára-raios com ajuda de um ligador;
- O cabo coaxial da antena está no interior do mastro da antena.

No caso de uma torre triangular, é preferível fazer o caminho do cabo coaxial no interior de um tubo metálico.

8.2. Telhados de palha, colmo ou metálicos

Nestes casos, a opção é a protecção mediante um pára-raios instalado num mastro autónomo a partir do solo e a uma distância não inferior a um metro em relação a estruturas em redor. A altura do conjunto deverá garantir um raio de acção suficiente para abranger a estrutura conforme o nível pretendido. Sempre que se verifique a presença de materiais condutores na construção deste tipo de telhados ou coberturas, estes devem garantir uma distância de segurança mínima em relação ao SPDA. Caso não aconteça, deve ser prevista a ligação dos materiais condutores à terra.

8.3. Chaminés de fábricas

Pela sua elevada altura e ionização que produzem os fumos e os gases quentes, as chaminés das fábricas são pontos de impacto preferenciais da descarga.

A parte mais alta da chaminé deve estar munida de um pára-raios, preferencialmente de material resistente a ambiente corrosivo e à temperatura dos resíduos e instalado do lado dos ventos dominantes.

Dispor-se-ão duas baixadas igualmente distanciadas, ficando uma delas exposta do lado dos ventos dominantes.

8.4. Zonas abertas, áreas de ócio ou desportivas

O presente subcapítulo refere-se a terrenos de desporto, parques de campismo, parques de caravanas, piscinas, hipódromos, circuitos automobilísticos, parques de atracções, entre outros.

O sistema de pára-raios a utilizar deverá ser do tipo PDI e estes devem instalar-se sobre mastros das bandeiras, postes de iluminação, pilares, mastros autónomos ou outras estruturas existentes. O seu número e a sua instalação cumprirão com as disposições desta Norma.

Estas medidas podem ser complementadas com dispositivos de aviso de trovoadas, de acordo com o Capítulo 10 desta Norma.

8.5. Árvores

Certas árvores isoladas constituem potenciais pontos de impacto preferenciais de descargas atmosféricas, devido à sua altura e à sua forma.

Nos lugares onde exista risco para a segurança da vizinhança, como, por exemplo, na proximidade de um edifício, ou quando a árvore seja de interesse estético ou histórico, pode proteger-se a árvore de forma efectiva instalando um pára-raios no ponto mais elevado da mesma conforme as disposições desta Norma.

Para facilitar a instalação da baixada, não prejudicar o crescimento da árvore e danificá-la o menos possível, o condutor de baixada deve ser fixo de forma flexível por meios de fixação adaptados ao longo do tronco da árvore por um traçado o mais directo possível.

8.6. Edifícios religiosos

Os sinos, as torres, os minaretes e as cruzes são susceptíveis de serem atingidos pelas descargas atmosféricas, devido à sua proeminência.

Para este tipo de edifício, o SPDA deve compreender um primeiro condutor de baixada, com trajectória directa ao longo da torre principal.

Quando a altura do ponto culminante do edifício é superior a 40 metros, recomenda-se que o segundo condutor de baixada siga o cume do corpo principal do edifício.

Quando existe um elemento proeminente não metálico na extremidade do corpo principal do edifício, como uma cruz, uma estátua não metálica, entre outros, estes objectos deverão ser dotados de um dispositivo de captura.

Todos os sistemas de terras do SPDA e o sistema de terras eléctrico deverão ser interligados.

Certos edifícios dispõem de sinos eléctricos. A sua alimentação eléctrica pode ser protegida contra sobretensões através de protectores de sobretensões, conforme as Normas IEC 61643-11 e IEC 61643-12.

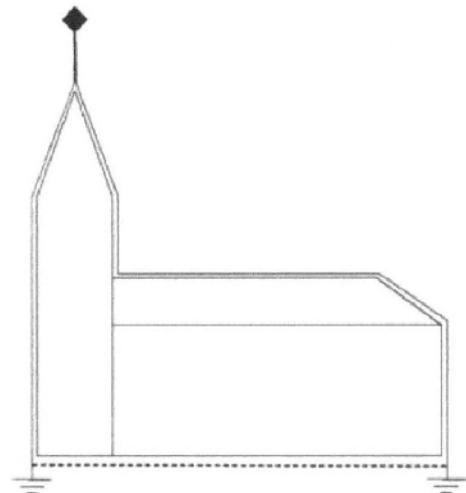


Figura 18 - Edifícios religiosos

8.7. Edifícios com substâncias perigosas ou explosivas

Os depósitos que contenham fluidos inflamáveis deverão ser ligados à terra. Caso esta ligação não ofereça protecção adequada contra as descargas atmosféricas, torna-se necessário efectuar um estudo aprofundado.

Os PDI devem ser instalados no exterior das zonas com risco de explosão, a um nível mais elevado do que as instalações a proteger. Na medida do possível, a trajectória dos condutores de baixada deve situar-se no exterior das zonas com risco de explosão. Caso não seja possível, deve considerar-se uma atenção particular sobre as medidas a tomar, de maneira a evitar a formação de arcos. Os sistemas de terra deverão ser orientados para o lado oposto das zonas de armazenamento.

8.8. Áreas periurbanas

Nestes casos, a opção é a protecção mediante um PDI instalado num mastro autónomo a partir do solo e que a altura deste garanta os raios de acção segundo o nível pretendido e de forma a proteger as estruturas que se situam em redor. Esta medida deve ser complementada com dispositivos de aviso de trovoadas, de acordo com o Capítulo 10 desta Norma.

9. Protecção contra sobretensões

9.1. Princípios gerais

A protecção contra os feitos electromagnéticos da corrente da descarga atmosférica (CAED) é baseada no conceito de zonas de protecção (ZPDA). A zona que contém sistemas a serem protegidos deve ser dividida em várias ZPDA. A estas zonas é, em teoria, atribuída parte do espaço onde a gravidade de efeitos dos efeitos electromagnéticos da corrente da descarga atmosférica (CAED) são compatíveis com o nível suportado pelos sistemas internos neles englobados. Sucessivamente são caracterizadas outras zonas com diferenças significativas da gravidade dos CAED. A fronteira de uma ZPDA é definida pelas medidas de protecção aplicadas.

A falha permanente dos sistemas eléctricos e electrónicos devido aos CAED pode ser causada por:

Ondas de impulsos transmitidas aos equipamentos pelos cabos a estes ligados através de condução ou indução;

Efeitos de radiação de campos electromagnéticos que incidem directamente no equipamento.

Para protecção contra os efeitos de radiação de campos electromagnéticos que incidem directamente no equipamento, deve ser utilizado um sistema de medidas de protecção contra CAED (SMPI) consistindo em escudos espaciais e/ou linhas blindadas, combinadas com protecções exteriores blindadas dos equipamentos.

Para protecção contra os efeitos de ondas de impulsos conduzidas ou induzidas em cabos de alimentação dos equipamentos, deve-se fazer uma protecção SMPI através de SPD coordenados.

As falhas devido à radiação de campos electromagnéticos que incidem directamente no equipamento são negligenciáveis desde que o equipamento cumpra com as emissões de radio frequência previstas nas Normas EMC.

No geral, os equipamentos têm que cumprir com as regulamentações EMC, portanto as medidas do SMPI consistindo em sistemas SPD coordenados são normalmente consideradas suficientes para proteger estes equipamentos contra os efeitos de CAED.

9.2. Selecção de SPD

As linhas de serviço que entram ou saem da estrutura (abastecimento eléctrico, telefónico, televisão, entre outros) devem proteger-se com protectores de sobretensões adequadas.

A selecção dos valores apropriados, I_{imp} , I_{max} , I_n e U_{oc} de um SPD depende de muitos e complexos parâmetros.

É importante ter em conta que o risco de danos nos serviços internos dentro de uma estrutura devido a um pico de energia dos efeitos induzidos por acoplamento nas linhas de energia de telecomunicações dados (S4) ou dos efeitos de CAED devido a descargas na vizinhança da estrutura (S2), podem muitas vezes serem superiores aos causados pelo efeito de picos originados por descargas directas na estrutura em si (S1) ou nas linhas (S3).

Muitos edifícios não necessitam de protecção contra descargas atmosféricas directas na estrutura ou nas linhas. Assim, a utilização de SPD com Classe I não é necessária, sendo então mais apropriado um sistema de SPD de Classe II correctamente dimensionado.

Em geral, a abordagem deve ser o uso de um SPD Classe I sempre que correntes de descargas directas estão envolvidas (S1/S3) e SPD de Classe II/III para efeitos induzidos (S2/S4)

Sempre que se analisa tais complexidades, deve ter-se em conta que o aspecto mais importante na selecção de um SPD é o seu limite de tensão durante o evento de surto e a energia por ele suportada (I_{imp} , I_{max} , I_n) (ver NOTA 1 da Tabela 16).

À corrente nominal esperada (I_n), um SPD com um limite de tensão inferior à tensão suportada pelo equipamento, vai

garantir a protecção do equipamento, especialmente quando se consideram factores externos, os quais podem criar tensões adicionais (queda de tensão nos terminais, fenómenos de oscilações e induções). Ao contrário um SPD com uma energia suportada superior àquela do local da instalação, pode resultar apenas no funcionamento mais duradouro do SPD. Contudo, um SPD com uma tensão limitada inferior pode ser mais susceptível a possíveis danos de sobretensões transitórias se instalados em sistemas mal regulados.

A redução das sobretensões de entrada a valores inferiores aos indicados em cada equipamento consegue-se com uma estratégia de protecção em cascata que integra três níveis de protecção: alta, média e fina, conseguindo, desta forma, um nível de tensão residual não perigoso para os equipamentos e uma capacidade de derivação de energia que prolonga a vida e eficiência dos dispositivos de protecção.

Os critérios de selecção destes protectores são os seguintes:

- Averiguar as características da linha para saber a tensão máxima de funcionamento em continua e/ou em alternada entre cada um dos condutores. Seleccionar os protectores tais que:

$$U_c > \text{Tensão máxima de funcionamento da linha;}$$
- Seleccionar o tipo de protector e sua corrente máxima segundo os efeitos que deva suportar.

Tabela 40 — Tipos de protectores de sobretensões

| Intensidade que pode chegar ao protector | Tipo de protector |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Corrente directa do raio (SPD na entrada do serviço): | Classe I/Tipo 1 |
| Efeitos secundários do raio (Quadros de distribuição ou entrada do serviço quando não existe SPDA): | Classe II/Tipo 2 |
| Sobretensões já amortizadas com protecção a montante (SPD instalado na equipamento do equipamento a proteger): | Classe III/Tipo 3 |

- Seleccionar a tensão residual do protector segundo a tensão de impulso que os equipamentos possam suportar.

Tabela 41 — Categoria dos equipamentos (Níveis suportados nas instalações eléctricas 230/400V)

| Categoria de sobretensão (Categoria de impulso suportado) | Nível suportado | Equipamento típico |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | 1,5 kV | Equipamentos muito sensíveis a sobretensões. Exemplo: computadores, equipamentos electrónicos muito sensíveis. |
| II | 2,5 kV | Electrodomésticos, iluminação, ferramentas portáteis e outros equipamentos similares. |
| III | 4,0 kV | Equipamentos industriais robustos. Exemplo: motores, bombas, compressores. |
| IV | 6,0 kV | Equipamentos e materiais que se ligam na origem ou muito próximo da origem da instalação. |

O objectivo a conseguir que a actuação do dispositivo de protecção reduza a sobretensão transitória a um valor de tensão inferior à suportada pelo equipamento protegido (de acordo com a categoria dos equipamentos segundo o definido na Tabela 41). Para alcançar este objectivo pode ser necessário utilizar mais um dispositivo de protecção.

9.3. SPD coordenado

Os equipamentos estão protegidos se a sua tensão nominal de impulso suportada, U_w , aos seus terminais é maior do que o aumento de sobretensão entre os condutores activos e o condutor de terra. Caso assim não aconteça, deve ser instalado um SPD.

O SPD irá proteger o equipamento se o seu nível de protecção de eficaz tensão $U_{P/F}$ (nível de protecção UP obtido quando a corrente nominal de descarga (I_n) flui em conjunto com a queda de tensão induzida ΔU dos condutores ligados) é menor do que U_w . De notar que se a corrente de descarga que ocorre no ponto de instalação do SPD excede a I_n do SPD, o nível de protecção U_p será maior, e $U_{P/F}$ pode exceder o nível de U_w suportado pelo equipamento. Neste caso, o equipamento não está protegido. Segue-se que a corrente nominal I_n do SPD deve ser seleccionada para ser igual, ou maior, ao da corrente de descarga que se pode esperar neste ponto da instalação.

A avaliação das correntes de descargas esperadas nos diversos pontos da instalação é baseada no nível de protecção utilizado no Capítulo 4 desta Norma. Uma análise completa da distribuição da corrente é necessária quando se considera S1.

Os valores da probabilidade P_{SPD} em função do nível de protecção são dados na Tabela 12 do Capítulo 4 desta Norma.

Finalmente a importância de instalar um SPD nas linhas eléctricas e nas linhas de dados e telecomunicações é essencial para a obtenção de um sistema de SPD coordenado.

Para garantir a coordenação adequada entre dispositivos deve seguir-se as recomendações do fabricante. A Figura 19 mostra um exemplo de instalação para linhas de abastecimento eléctrico.

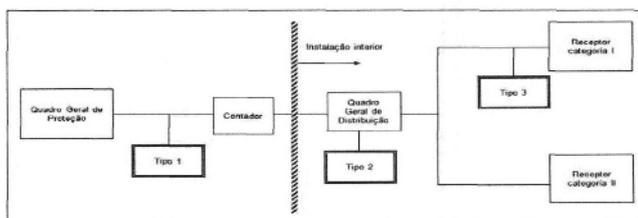


Figura 19 — Exemplo de instalação que inclui os três tipos de dispositivo de protecção contra sobretensões

Informações adicionais podem ser encontradas no IEC 61643-12 e IEC 60364-5. 53 que lidam com protecção contra sobretensões e as consequências no caso de uma falha do SPD.

10. Protecção preventiva

10.1. Princípios gerais

O objectivo da protecção preventiva é reduzir o risco de danos devido a descargas atmosféricas, detectando-as e tomando medidas imediatas que reduzem a exposição à ameaça e/ou que ponham fora de serviço as linhas portadoras de sobretensões transitórias ao interior da estrutura.

No decurso das últimas décadas, os sistemas técnicos e os sistemas destinados à monitorização em tempo real da actividade atmosférica e dos raios, foram objecto de um desenvolvimento

extraordinário. Estes sistemas podem fornecer, em tempo real, informações valiosas e de alta qualidade, caso sejam coordenados com plano de acção detalhado.

Ainda que estas informações permitam ao utilizador adoptar medidas preventivas temporárias antecipadamente, deve notar-se que todas as medidas a tomar com base na informação monitorizada, são da inteira responsabilidade do utilizador do sistema de acordo com os regulamentos apropriados. A eficácia depende fundamentalmente da situação de risco considerado e das decisões previamente planificadas. Este capítulo apresenta uma lista de possíveis acções que têm, não obstante, uma natureza meramente informativa.

Deve-se realçar que as descargas atmosféricas, sendo um fenómeno natural, são alvo de uma incerteza de natureza estatística. Significa isto que não é possível obter informações 100% precisas quanto ao local onde vai cair o raio ou quando vai atingir o solo.

O presente capítulo fornece informações sobre as características dos sistemas de detecção de trovoadas, bem como informação para a avaliação da utilidade dos dados relativos às descargas atmosféricas em tempo real e/ou dos dados sobre a electrificação de uma trovoadas, com o fim de implementar medidas preventivas contra o risco de descargas atmosféricas.

Este capítulo fornece, também, os requisitos básicos dos captores e das redes que recolhem informação exacta dos dados relevantes, dando informações em tempo real sobre a evolução das descargas e o seu alcance. Descreve a aplicação dos dados recolhidos por estes captores e redes sob a forma de alertas e dados históricos.

É aplicado à utilização de informações fornecidas pelos sistemas de aviso de trovoadas (que são sistemas ou equipamentos que fornecem informações em tempo real) sobre a actividade eléctrica atmosférica, para fins de monitorização como meio de prevenção.

Existem muitos tipos de detectores de trovoadas e de raios, porém deve usar-se, do ponto de vista de segurança contra o risco causado pela acção do raio, equipamentos capazes de detectar a trovoadas em todas as suas fases, no lugar em que se encontra a estrutura (detecção local) e em tempo real. Devem ser, portanto, detectores capazes de medir o campo electrostático local.

10.2. Fases da trovoadas e fenómenos detectáveis pelo alarme

10.2.1. Introdução

Podem identificar-se quatro estágios distintos durante o ciclo de vida de uma trovoadas, consoante os fenómenos detectáveis: fase inicial, fase de crescimento, fase de maturidade e fase de dissipação.

10.2.2. Fase 1 - Fase inicial (*fase Cumulus*)

Fase de electrificação da nuvem, mediante a separação das cargas eléctricas no interior da nuvem. As cargas distribuem-se em regiões da nuvem e produzem um campo electrostático mensurável ao nível do solo. Considera-se o primeiro fenómeno detectável precursor de uma trovoadas.

NOTA — Campos electrostáticos poderão produzir potenciais perigos, tais como descargas electrostáticas (ESD), mesmo quando não existe actividade de trovoadas.

10.2.3. Fase 2 - Fase de crescimento

Esta fase, por vezes também chamada de fase de desenvolvimento, é caracterizada pela ocorrência de descargas no interior da nuvem (IC) ou entre a nuvem e o solo (CG). A primeira descarga no interior da nuvem aparece depois de um certo desenvolvimento das regiões de carga na nuvem. No entanto, em algumas situações, não é claro o tempo decorrido entre a primeira descarga IC e a primeira descarga CG.

NOTA — As descargas IC representam, normalmente, a maior parte da actividade total das descargas atmosféricas produzida por uma trovoadas. Observa-se uma variação significativa na relação IC/CG para trovoadas individuais.

10.2.4. Fase 3 - Fase de maturidade

Esta fase caracteriza-se pela presença tanto de descargas CG como de IC.

10.2.5. Fase 4 - Fase de dissipação

Esta fase caracteriza-se pela queda das taxas tanto das IC como das CG, assim como da diminuição dos valores do campo electrostático até ao valor médio atmosférico.

10.3. Instalação e manutenção

Todos os detectores de trovoadas deve ser instalados em conformidade com as instruções do fabricante e nas melhores condições possíveis de forma a assegurar o menor número de interrupções produzidas pelo seu ambiente. É por isso recomendável fazer um estudo prévio da localização proposta para adaptar os captosres do sistema às condições específicas do local.

A instalação de detectores de trovoadas está sujeita à influência de múltiplos factores, pelo que qualquer nova instalação poderá necessitar de um período prévio de ajuste até que se considere o seu funcionamento a um nível óptimo. Este ajuste deve ser realizado pelo fabricante do sistema ou por um técnico por este autorizado.

É indispensável a manutenção dos sistemas integrados num TWS, incluindo a produção do alarme. A precisão da informação que um TYS fornece é determinada pelas condições físicas dos seus captosres, pelo seu meio ambiente (exemplos: crescimento de vegetação, edifícios, torres, entre outros), e pelas ligações das comunicações entre os captosres e o TWS, assim como entre o TWS e os utilizadores finais. Por isso, considera-se necessário levar a cabo manutenções anuais ou, inclusive, em períodos mais curtos, de acordo com as recomendações do fabricante.

Todas estas instalações e recomendações de manutenção são, realmente, um factor-chave para o bom funcionamento do sistema de aviso.

10.4. Guia de aplicação dos sistemas de aviso de trovoadas

10.4.1. Princípios gerais

Em termos gerais, a utilização de um TWS é útil para prevenir ou reduzir a perda de vidas, danos em bens/serviços ou propriedades (com as perdas económicas associadas) e riscos ambientais. A avaliação do risco para aplicação de TWS tem de considerar uma ampla gama de situações. Em termos gerais, um TWS pretende reduzir riscos devidos a LRE por meio

de medidas preventivas antecipadas que permitam reduzir o tempo de exposição à ameaça. Mais especificamente, um TWS não é capaz de substituir ou fazer as vezes de um SPDA nem transitórios associados e considerados na Norma EN 62305.

Os TWS proporcionam, em tempo real, informação sobre a actividade eléctrica atmosférica, pelo que os dados estatísticos relacionados com as trovoadas podem não ter relação directa com a valorização da conveniência da previsão. Assim a conveniência da implantação em determinada zona dos procedimentos de salvaguarda depende das características da actividade realizada, da zona pública exposta às trovoadas, da presença humana e da possibilidade de tomar acções preventivas como consequência da informação proporcionada pelos TWS.

10.4.2. Procedimento

10.4.2.1. Generalidades

A avaliação da capacidade de aviso de um TWS inclui três etapas:

- A) Identificação de situações perigosas;
- B) Determinação do tipo de perda;
- C) Controlo do risco: opções para reduzir o risco (selecção, implementação e seguimento das medidas apropriadas para o controlo e a redução do risco).

A presente Norma não indica quaisquer detalhes sobre acções preventivas, sendo apresentados alguns exemplos em 10.6.

10.4.2.2. Etapa 1 - Identificação de situações perigosas

A primeira etapa consiste em identificar uma ou mais situações perigosas segundo as diferentes possibilidades da Tabela 42. Caso uma situação não esteja incluída no quadro, selecciona-se «Outras situações».

Tabela 42 — Identificação de situações perigosas

| Número | Situação |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Pessoas situadas em zonas abertas sem abrigo apropriado protegido contra descargas atmosféricas (de acordo com a presente Norma ou outras normas internacionais); actividades no exterior, desportos (futebol, golfe, entre outros), competições, eventos com muito público, quintas, agro-pecuária ou actividades de pesca, praias, zonas de lazer. |
| 2 | Protecção de bens sensíveis: sistemas informáticos, automação e controlo industrial, sistemas de emergência, de alarme e de segurança. |
| 3 | Perdas em explorações e processos industriais. |
| 4 | Estruturas contendo substâncias perigosas (materiais inflamáveis, radioactivos, materiais tóxicos e explosivos). |
| 5 | Serviços básicos cuja continuidade, a qualidade ou rápido restabelecimento devem ser garantidos (telecomunicações, produção de energia, transporte e distribuição, serviços de segurança e emergência). |
| 6 | Infra-estruturas: portos, aeroportos, vias férreas, estradas, auto-estradas, teleféricos. |
| 7 | Segurança nos locais de trabalho (actividades que implicam um risco no local de trabalho devido às trovoadas). |
| 8 | Zonas que necessitem de protecção civil ou ambiental: prevenção de fogos florestais, entre outros. |
| 9 | Edifícios, transportes ou instalações com zonas exteriores abertas ao público. |
| 10 | Outras situações. |

10.4.2.3. Etapa 2 - Determinação do tipo de perda

Para cada situação seleccionada na Tabela 42, avaliar as diferentes perdas relativas a pessoas (Tabela 43), bens (Tabela 44), serviços (Tabela 45) e ambiente (Tabela 46) para determinar o grau de importância (I, II, III ou 0).

Tabela 43 — Perda relativa a pessoas

| Perda | Grau de Importância |
|--------------------------|---------------------|
| Perda de vida humana | I |
| Danos graves em pessoas | II |
| Danos menores em pessoas | III |
| Nenhum dano em pessoas | 0 |

Tabela 44 — Perda relativa a bens

| Perda | Grau de Importância |
|------------------------------|---------------------|
| Perda de bens valiosos | I |
| Perda de bens de valor comum | II |
| Perda de bens menores | III |
| Sem perdas | 0 |

Tabela 45 — Perda relativa a serviços

| Perda | Grau de Importância |
|-------------------------------|---------------------|
| Perda de serviços importantes | I |
| Perda de serviços comuns | II |
| Perda em serviços menores | III |
| Sem perdas | 0 |

Tabela 46 — Perda relativa ao ambiente

| Perda | Grau de Importância |
|--------------------------|---------------------|
| Desastre ambiental | I |
| Danos para o ambiente | II |
| Danos ambientais menores | III |
| Sem perdas | 0 |

10.4.2.4. Etapa 3 - Controlo do risco

Determinar se a informação dada por um TWS facilita a execução de acções preventivas, de modo a eliminar ou reduzir o risco. Em caso negativo, o TWS não é necessário, independentemente do tipo de dano. Se positivo, cada situação (seleccionada na Tabela 42) e tipo de perda (seleccionada nas Tabelas 43 a 46) determina o TWS adequado, através da Tabela 47. No caso de várias soluções diferentes, a solução final será dada pela escolha da solução mais segura.

Tabela 46 — Controlo do risco

| Grau de importância das perdas (de acordo com os Quadros 43 a 46) | Instalação de um TWS |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| I | Necessário |
| II | Altamente recomendado |
| III | Recomendado |
| 0 | Não necessário |

10.5. Técnicas de detecção de trovoadas

10.5.1. Princípios gerais

No presente subcapítulo explica-se a classificação das técnicas de detecção de trovoadas. Além disso, descrevem-se os métodos técnicos empregados na detecção de trovoadas e proporciona-se um guia para escolher o tipo correcto de detector e/ou sistema de detecção mais adequado para satisfazer a necessidade de informação sobre as trovoadas.

10.5.2. Técnicas de detecção e parâmetros para classificar um captor

10.5.2.1. Princípios gerais

Os detectores de trovoadas são classificados em relação com as fases das trovoadas, em função do fenómeno detectável. No entanto, um detector de trovoadas pode detectar um ou mais fenómenos. Neste subcapítulo encontra-se uma descrição e uma breve explicação da categoria de detector a utilizar.

10.5.2.2. Categoria I

O objectivo dos detectores de categoria I é detectar o primeiro sinal de uma trovoadas (Fase 1), útil para um aviso precoce e para que possam tomar-se acções preventivas antes do aparecimento de uma descarga, entre nuvens ou entre nuvens e solo, e durante todo o tempo em que exista risco de descargas atmosféricas. A detecção leva-se a cabo pela medida do campo electrostático produzido pela trovoadas.

A electrificação de uma trovoadas ou a sua presença produz uma alteração no campo electrostático atmosférico médio. Ao nível do solo, e nas condições atmosféricas médias, o campo electrostático atmosférico tem um valor positivo de 100 a 150 V/m (convenção de sinal da electricidade atmosférica) numa superfície plana, quando a atmosfera acima da terra está carregada positivamente. Por baixo de uma nuvem electrificada de trovoadas, o campo eléctrico ao nível do solo pode alcançar vários quilovolts por metro. Normalmente, o campo eléctrico ao nível do solo está protegido do campo eléctrico produzido pela nuvem através da presença de capas protectoras, pelo que o campo eléctrico situa-se abaixo de 10 kV/m.

Para efeitos de detecção, um captor de campo eléctrico deverá ter uma resolução mínima de 200 V/m e ser capaz de medir um campo eléctrico de, pelo menos, ± 20 kV/m. As variações do campo electrostático durante a fase inicial são relativamente lentas, pelo que é suficiente o registo de uma amostragem do campo a cada segundo. Se para aplicação do captor é necessária informação sobre as variações do campo, recomenda-se uma velocidade amostragem mínima de uma amostra por segundo.

O dispositivo detector deverá proporcionar informação sobre o nível do campo eléctrico. Alguns dispositivos podem também fornecer informação sobre a evolução do campo no tempo.

Os detectores de categoria I são capazes de detectar a presença, ou não, de uma nuvem electrificada. No entanto, não é claro o limite do campo eléctrico que define o nível deste e no qual se desencadeia a primeira descarga atmosférica. A zona monitorizada está fortemente limitada pelo rápido decréscimo do campo eléctrico com a distância. É conveniente, portanto, que a medida do campo electrostático tenha um alcance máximo de 20 quilómetros a partir do limite de cada região de carga. Uma vez que depende da tipologia do terreno na sua vizinhança, ele é utilizado como um detector local.

Em qualquer caso, o fabricante ou o fornecedor do serviço deverão fornecer informação sobre os níveis e métodos de aviso, visto que estes níveis, quando a medida é efectuada pelo incremento do campo local, dependem das condições do local da instalação.

10.5.3. Técnicas de localização

10.5.3.1. Princípios gerais

Os detectores de trovoadas poderão ser divididos, de acordo com a sua aplicação, em dois tipos de técnicas de localização. Para determinar onde uma descarga cai, é necessário um sistema de localização com vários captores. Quando desejamos somente informações sobre a actividade geral da trovoadas e/ou uma distância de alcance e direcção de uma trovoadas em geral, um detector com apenas um captor poderá ser suficiente.

10.5.3.2. Técnica com captor único

A técnica com captor único por medidas do campo eléctrico (FSM) consiste no aumento do campo eléctrico durante a criação de uma trovoadas, que pode ser utilizado para fornecer um aviso de uma actividade de trovoadas próxima. A variação rápida do campo eléctrico produzido durante um impacto de descargas atmosféricas é utilizada para determinar os impactos de descargas atmosféricas reais.

Estes captores são úteis para um aviso precoce ao nível local, antes que a trovoadas apareça e durante a totalidade do ciclo de vida da trovoadas.

10.5.4. Avaliação dos detectores de trovoadas

Para que um sistema de aviso seja preciso e eficaz, é importante que os detectores de trovoadas utilizados para elaborar o aviso tenham um certo grau de desempenho. Vários métodos podem ser utilizados para verificar as suas características, tais como:

Cálculos teóricos baseados no sistema de configuração e técnica de detecção;

Ensaios laboratoriais;

Comparações entre diferentes sistemas;

Validação experimental, com torres equipadas, de instrumentos ou de gravadores vídeo ou de imagens com hora e data registada;

Validação *in-situ*.

10.5.5. Escolha de um sistema de detecção de trovoadas

De acordo com a avaliação do risco e com as acções preventivas descritas em 10.6, podem escolher-se os detectores de trovoadas para realizar um TWS. Dependendo da aplicação do aviso e da disponibilidade das informações relativas à trovoadas, podem ser convenientes certas técnicas de detecção. A decisão final necessita de uma análise aprofundada das necessidades de aviso (tempo de resposta necessário, defeito de aviso, relação de falsos alarmes aceitável), do orçamento dedicado e do que cada técnica pode fornecer.

10.6. Catálogo das acções preventivas recomendadas que são possíveis executar

Acções preventivas resultantes do conhecimento do perigo das descargas atmosféricas e/ou da electrização das trovoadas dependem muito da situação de risco correspondente. Assim,

essas acções deverão ser avaliadas e aplicadas no plano de acção detalhado.

Existe uma grande variedade de situações e de instalações podendo necessitar da implantação de um sistema de detecção de trovoadas. Assim, as acções executadas após uma análise resultante do fornecimento das informações preventivas por esse sistema devem ser definidas de forma específica para o utilizador final ou pelo autor específico para esta implantação.

Para esse efeito, deve ter-se em conta os planos de segurança e urgência, bem como as modificações técnicas possíveis de efectuar nos processamentos e sistemas.

Deve ter-se consciência que as decisões relativas às acções preventivas podem necessitar de acções (automáticas, manuais, acústicas, entre outras) sobre os sistemas e seus próprios processamentos.

Para dar linhas directivas sobre acções preventivas possíveis, certos exemplos de directivas podem ser implantadas pelas informações preventivas fornecidas pelo sistema de detecção. As acções têm um nível lógico dependente da gravidade da trovoadas, que determina o nível de activação atingido pelo sistema.

Nível sem alerta:

Sistema a funcionar normalmente.

Nível 1 - Alerta:

Acções preventivas primárias, consistindo em painéis de informação, tais como mensagens à distância, acústicas ou visuais, entre outras;

Sistemas de alimentação auxiliares podem ser activados.

Nível 2 - Emergência:

Acções preventivas secundárias;

Sistemas de alimentação auxiliares activados;

Sistemas críticos e sensíveis desconectados;

Evacuação de zonas expostas para estruturas metálicas exteriores nas zonas seguras e na proximidade de para-raios.

Nível 3 - Risco máximo

Tabela 47 — Acções preventivas possíveis

| Fase da trovoadas | Nível de activação | Acções a executar | Acções preventivas possíveis |
|-------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 - Equilíbrio | Sem alerta | | Sistema a trabalhar normalmente |
| I - Inicial | Alerta | Acções preventivas primárias | Aviso das pessoas responsáveis pelas instalações e actividades de risco; Possível activação dos sistemas de energia auxiliares. |
| II - Crescimento | Emergência | Acções preventivas secundárias | Activação dos sistemas de energia auxiliares; Desconexão de sistemas sensíveis; Evacuação das zonas expostas para estruturas metálicas exteriores e na proximidade de para-raios. |
| III - Madura | Risco máximo | | Sistema pronto para o impacto |
| IV - Dissipação | Alerta | Acções preventivas primárias | Aviso das pessoas responsáveis pelas instalações e actividades de risco; Possível activação dos sistemas de energia auxiliares. |

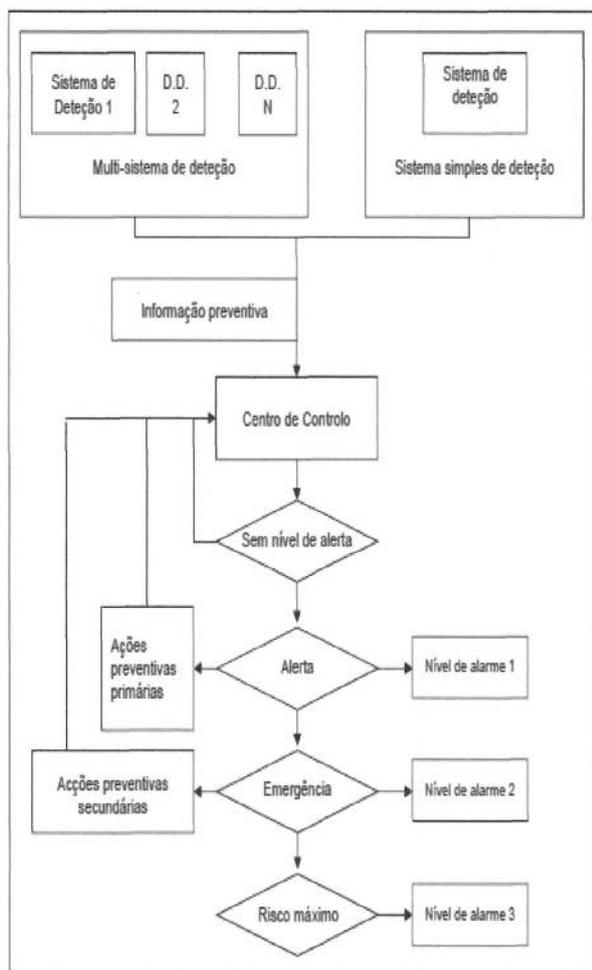


Figura 20 — Ações preventivas possíveis

11. Verificação e manutenção

11.1. Ordem das verificações

As fases das verificações são as seguintes:

Inicialmente, com conclusão da instalação do SPDA;

Periodicamente, de acordo com critérios estabelecidos e apresentados na Tabela 49;

Sempre que a estrutura protegida for modificada, reparada ou quando a estrutura for atingida por uma descarga atmosférica.

Tabela 48 — Periodicidade de verificação relativa ao a nível de protecção

| Nível de protecção | Verificação visual (ano) | Verificação completa (ano) | Verificação completa dos sistemas críticos (ano) |
|--------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|
| I e II | 1 | 2 | 1 |
| III e IV | 2 | 4 | 1 |

NOTAS:

1. Para as estruturas com risco de explosão, sugere-se uma verificação completa todos os seis meses. Uma verificação completa deverá ser efectuada uma vez por ano. Uma excepção aceitável ao ensaio anual pode ser um ciclo de 14 a 15 meses quando se considerar vantajoso efectuar as medidas de valores de terra em diversas estações.

2. Os impactos de descargas atmosféricas podem ser registados pelo contador de descargas instalado num dos condutores de baixada.

3. Se as autoridades nacionais ou institutos impõem verificações periódicas das instalações eléctricas de uma estrutura, é recomendável verificar, simultaneamente, as medidas de protecção interior, inclusive a equipotencialidade das descargas atmosféricas.

4. As instalações antigas deverão ser ligadas a um nível de protecção e os ciclos de verificação deverão respeitar as especificações locais ou todas as outras especificações de verificação tais como legislação de construção, regulamentos técnicos, instruções, higiene e segurança no trabalho.

5. Um sistema particular pode ser definido por regulamentação ou pelo utilizador.

11.2. Relatório de verificação

Cada verificação periódica deverá ser reportada detalhadamente, fazendo referência ao estado de todos os resultados da verificação e das medidas correctivas a tomar.

Para tal, aquando de cada verificação, deverá ser preenchido, pelo técnico que efectua a verificação, um relatório de verificação e manutenção, cujo modelo é definido pelas entidades competentes.

11.3. Verificação inicial

A verificação inicial é efectuada após o fim dos trabalhos de instalação de um SPDA. Tem como objectivo assegurar que a totalidade da instalação do SPDA se encontra de acordo com o estabelecido na presente Norma. Assim, esta verificação inicial tem em conta, no mínimo, os seguintes pontos:

- O pára-raios encontra-se, no mínimo, dois metros acima de todo o objecto situado na estrutura a proteger;
- O SPDA tem as características indicadas no dossier de execução;
- O número de condutores de baixada;
- A conformidade dos componentes do SPDA com a presente Norma, ou normas da série IEC 62561-3, EN 61643, por marcação ou declaração ou por documentação;
- A trajectória, localização e continuidade dos condutores de baixada;
- A fixação dos diferentes componentes;
- As distâncias de separação e/ou ligações equipotenciais;
- A resistência dos sistemas de terra;
- A equipotencialidade do sistema de terra do SPDA com o edifício.

Em todos os casos, quando um condutor é parcial ou totalmente integrado, a sua continuidade eléctrica deverá ser verificada.

11.4. Verificação visual

Deverá proceder-se a uma inspecção visual de modo a garantir que:

- Nenhum dano relativo a descarga atmosférica é relevado;
- A integralidade do SPDA não é modificada;

- Nenhuma extensão ou modificação da estrutura a proteger requer medidas especiais de protecção contra descargas atmosféricas;
- A continuidade eléctrica dos condutores visíveis é correcta;
- Todas as fixações dos componentes e todas as protecções mecânicas estão em bom estado;
- Nenhuma peça foi deteriorada por corrosão;
- A distância de separação é respeitada, o número de ligações equipotenciais é suficiente e o seu estado é correcto;
- O indicador de fim de vida dos dispositivos de protecção de sobretensões;
- Os resultados das operações de manutenção são controlados e conformes (ver 11.6.).

11.5. Verificação completa

Uma verificação completa compreende não apenas as inspecções visuais como também um conjunto de medidas complementares que devem ser verificadas, sendo apresentadas em seguida:

- A continuidade eléctrica dos condutores integrados;
- Os valores da resistência do sistema de terras, devendo ser analisadas todas as variações superiores a 50% em relação ao valor inicial;
- O correcto funcionamento do PDI segundo a metodologia fornecida pelo fabricante.

NOTA — Uma medida do valor da resistência da terra em alta frequência é possível aquando da realização do sistema de terra ou na fase de manutenção, de modo a verificar a coerência entre o sistema de terras e a necessidade.

11.6. Manutenção

Recomenda-se que, assim que possível, se corrijam que todos os defeitos constatados no SPDA aquando de uma verificação, de modo a manter a eficácia máxima.

As instruções e manutenções dos componentes e dos dispositivos de protecção devem ser aplicadas conforme as instruções dos manuais do fabricante.

ANEXO A (Normativo) - Mapas e Tabelas de Ocorrência de Descargas Atmosféricas

Considerações Gerais

A distribuição global de ocorrências foi obtida através das observações combinadas dos instrumentos da NASA OTD e LIS entre Abril 1995 e Dezembro 2012. A base de dados inclui os dados *High Resolution Full Climatology (HRFC)* com uma resolução de 0,5 graus.

Foi aplicado um factor de 0,25 aos dados HRFC por forma a obter a densidade de descargas (nuvem-solo) apresentada nos mapas seguintes:

A. 1 — Mapa Atual de descarga Atmosféricas - Angola

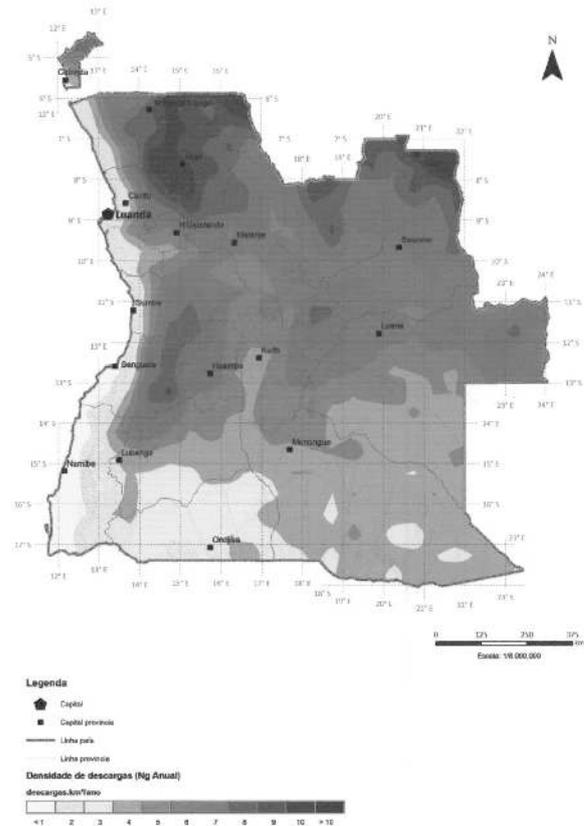


Figura A.1 — Densidade de descargas anual em Angola

A. 2 - Província de Cabinda

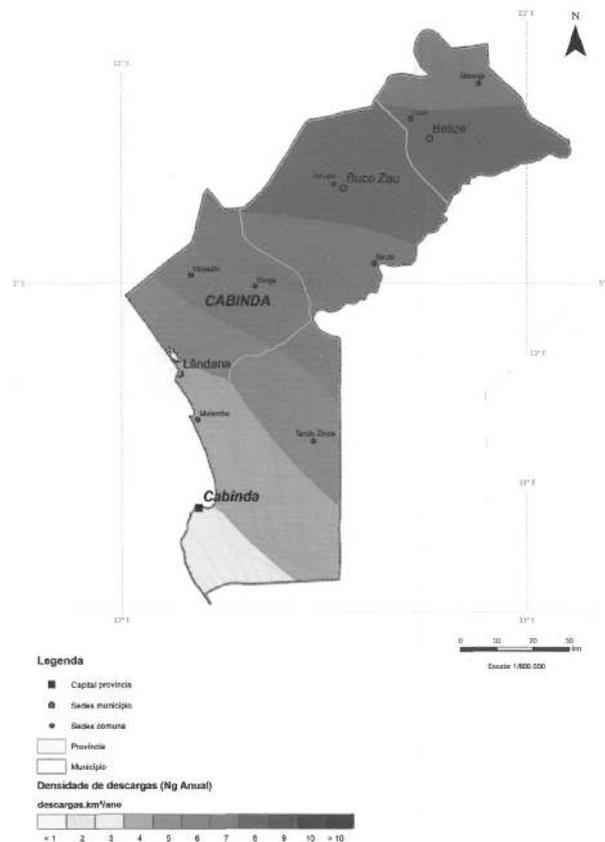


Figura A.1 — Densidade de descargas anual em Cabinda

Tabela A.1 — Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província de Cabinda

| Localidade | Ng |
|-------------|------|
| Cabinda | 2,50 |
| Tando Zinze | 3,90 |
| Malambo | 3,90 |
| Lândana | 3,90 |
| Dinge | 3,90 |
| Massabi | 7,51 |
| Buco Zau | 7,43 |
| Inhuca | 7,43 |
| Necuto | 7,43 |
| Belize | 7,43 |
| Luali | 7,43 |
| Miconje | 7,43 |

| Localidade | Ng |
|------------------|-------|
| Quiende | 7,86 |
| Calambata | 7,26 |
| Cuimba | 9,35 |
| Buela | 11,19 |
| Serra da Canda | 9,35 |
| Luvaca | 11,19 |
| Noqui | 6,18 |
| Lufico | 5,79 |
| Mpala | 5,79 |
| Soyo | 1,90 |
| Sumba | 2,62 |
| Quelo | 2,62 |
| Pedra de Feitiço | 3,77 |
| Nzeto | 1,04 |
| Quindeje | 5,32 |
| Musserra | 1,63 |
| Quibala | 5,31 |
| Tomboco | 4,44 |
| Quinzau | 1,92 |
| Quingombe | 1,92 |
| Quiximba | 8,04 |

A. 3 — Província do Zaire

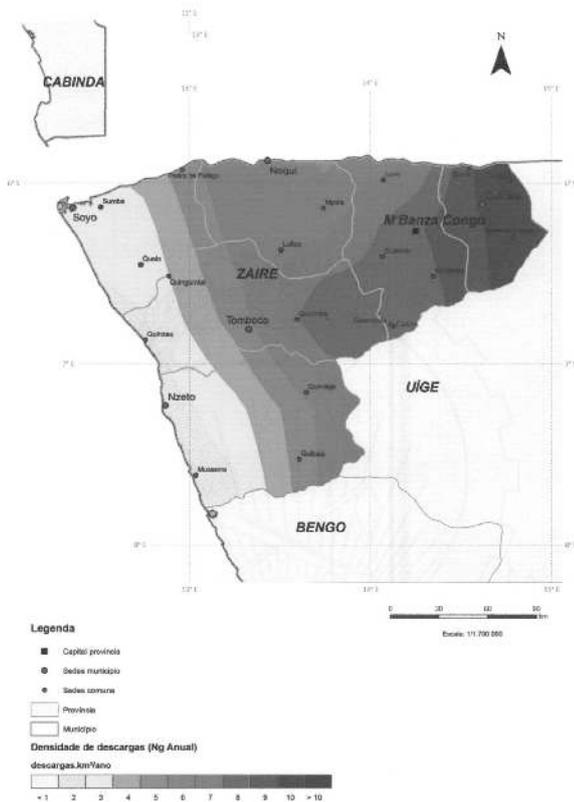


Figura A.1 — Densidade de descargas anual no Zaire

Tabela A.2 — Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Zaire

| Localidade | Ng |
|--------------|------|
| Mbanza Congo | 7,86 |
| Caluca | 7,26 |
| Luvo | 5,50 |
| Madimba | 7,26 |

A.4 — Província do Uíge

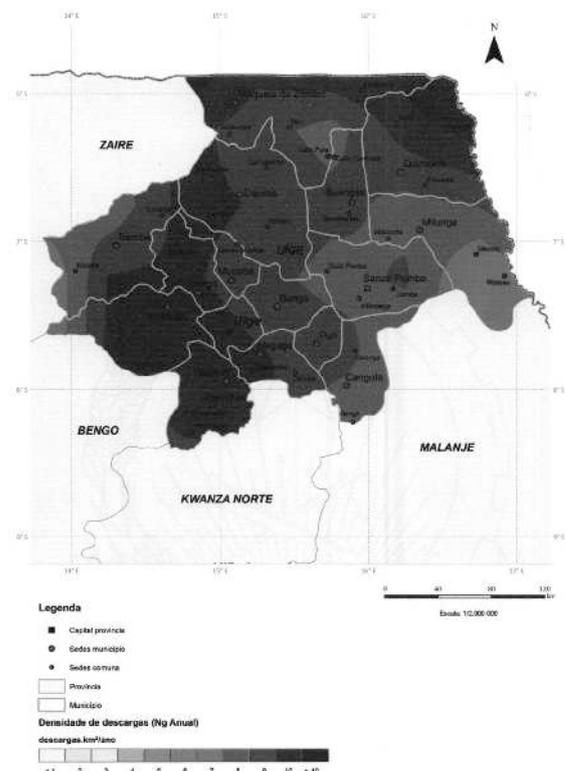


Figura A.4 — Densidade de descargas anual no Uíge

**Tabela A.3 — Valores de densidade de descargas
(descargas.km²/ano) por sede de comuna para a
Província do Uíge.**

| Localidade | Ng |
|------------------|-------|
| Uíge | 9,07 |
| Negage | 9,07 |
| Dimuca | 8,65 |
| Quisseque | 9,07 |
| Cangola | 8,65 |
| Caiongo | 8,65 |
| Bengo | 7,09 |
| Puri | 8,65 |
| Sanza Pombo | 7,59 |
| Cuilo Pombo | 7,59 |
| Uamba | 8,16 |
| Alfândega | 7,59 |
| Milunga | 7,66 |
| Massau | 5,69 |
| Macolo | 5,69 |
| Macocolo | 7,66 |
| Quimbele | 7,66 |
| Icoca | 9,45 |
| Cuango | 10,48 |
| Fronteira | 7,66 |
| Buengas | 8,37 |
| Cuilo Camboso | 7,57 |
| Quimbianda | 8,37 |
| Quitexe | 9,07 |
| Aldeia Viçosa | 9,37 |
| Vista Alegre | 9,37 |
| Cambamba | 9,37 |
| Songo | 9,21 |
| Zenguele | 9,21 |
| Bembe | 9,11 |
| Lucunga | 9,31 |
| Mabaia | 9,11 |
| Mucaba | 8,47 |
| Uando Mucaba | 8,47 |
| Ambuila | 9,21 |
| Qui Pedro | 9,82 |
| Burigo | 8,47 |
| Damba | 8,93 |
| Nosso | 8,93 |
| Petecusso | 9,35 |
| Lêmb oa | 9,31 |
| Camatambo | 8,93 |
| Maquela do Zombo | 8,48 |
| Béu | 8,48 |
| Quibocolo | 8,48 |
| Cuilo Futa | 7,57 |
| Sacandica | 10,30 |

A.5 — Província do Bengo

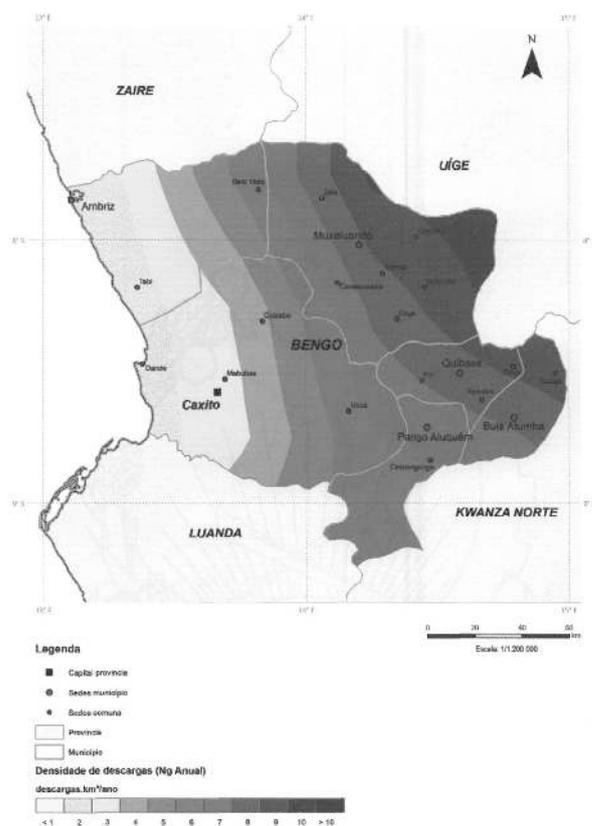


Figura A.5 — Densidade de descargas anual do Bengo

**Tabela A.4 — Valores de densidade de descargas
(descargas.km²/ano) por sede de comuna para
a Província do Bengo**

| Localidade | Ng |
|----------------|------|
| Caxito | 2,77 |
| Barra do Dande | 1,00 |
| Quicabo | 3,20 |
| Úcua | 5,94 |
| Mabubas | 2,77 |
| Ambriz | 1,63 |
| Bela Vista | 5,31 |
| Tabi | 1,00 |
| Bula Atumba | 6,72 |
| Quiage | 6,72 |
| Quibaxe | 6,72 |
| Piri | 5,94 |
| Coxe | 9,37 |
| Paredes | 6,72 |
| Muxaluando | 7,22 |
| Canacassala | 7,22 |
| Gombe | 7,22 |
| Cage-Mazumbo | 7,22 |
| Quicunzo | 7,22 |
| Quixico | 9,25 |
| Zala | 9,25 |
| Pango Aluquem | 5,94 |
| Cazuangongo | 5,94 |

Tabela A.6 — Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Cuanza-Norte

| Localidade | Ng |
|---------------------|------|
| Ndalatando | 4,71 |
| Canhoca | 4,71 |
| Camabatela | 9,63 |
| Bindo | 9,63 |
| Luínga | 7,09 |
| Maua | 7,09 |
| Tango | 7,09 |
| Banga | 8,38 |
| Aldeia Nova | 8,38 |
| Caculo Cabaça | 8,38 |
| Cariamba | 8,38 |
| Bolongongo | 9,63 |
| Quiquiemba | 9,37 |
| Terreiro | 9,63 |
| Dondo | 3,60 |
| Quilemba | 3,59 |
| Dange ia Menha | 3,59 |
| Massangano | 5,34 |
| Zenza do Itombe | 5,34 |
| Golungo Alto | 4,71 |
| Cambondo | 4,71 |
| Cerca | 4,71 |
| Quiluanje | 4,71 |
| Quilombo dos Dembos | 6,72 |
| Carname | 6,72 |
| Cavunga | 6,72 |
| Lucala | 6,13 |
| Quiangombe | 6,13 |
| Quiculungo | 8,38 |
| Samba Cajú | 8,38 |
| Samba Lucala | 7,42 |

A.8 — Província do Cuanza-Sul



Tabela A.7 — Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Cuanza-Sul.

| Localidade | Ng |
|-----------------|------|
| Gabela | 3,76 |
| Assango | 3,76 |
| Cassongue | 7,32 |
| Dumbi | 7,61 |
| Pampangala | 7,32 |
| Atóme | 7,61 |
| Cela | 7,33 |
| Sanga | 7,33 |
| Quissanga Cunjo | 7,33 |
| Conda | 4,05 |
| Cunjo | 6,40 |
| Ebo | 6,40 |
| Condé | 6,80 |
| Quissanje | 6,40 |
| Calulo | 4,72 |
| Munenga | 4,72 |
| Cabuta | 3,59 |
| Quissongo | 5,53 |
| Mussende | 5,22 |

| Localidade | Ng |
|--------------|------|
| Quienha | 5,53 |
| São Lucas | 5,22 |
| Porto Amboim | 0,71 |
| Capolo | 2,40 |
| Quilenda | 3,76 |
| Quirimbo | 3,76 |
| Quibala | 6,80 |
| Dala Cachibo | 4,72 |
| Cariango | 6,58 |
| Lonhe | 5,64 |
| Sumbe | 0,98 |
| Gungo | 4,12 |
| Gangula | 0,71 |
| Quicombo | 0,98 |
| Seles | 4,05 |
| Amboiva | 7,61 |
| Botera | 4,12 |

Tabela A.8 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província de Malanje

| Localidade | Ng |
|------------------|------|
| Malanje | 5,25 |
| Ngola Luigi | 4,76 |
| Cambaxei | 6,99 |
| Cacuso | 6,05 |
| Pungo Andongo | 5,83 |
| Lombe | 4,76 |
| Quizenga | 6,13 |
| Calandula | 6,05 |
| Cateco Cangola | 7,09 |
| Cuale | 7,65 |
| Cota | 4,76 |
| Kinge | 6,05 |
| Cambundi Catembo | 7,08 |
| Quitapa | 5,24 |
| Tala Mungongo | 6,14 |
| Dumba Cambango | 5,24 |
| Cangandala | 5,25 |
| Caribo | 5,09 |
| Culamagia | 5,09 |
| Bembo | 4,10 |
| Caombo | 6,91 |
| Lemba | 4,91 |
| Luquembo | 5,57 |
| Quimburgo | 5,57 |
| Dombo Wazanga | 7,08 |
| Capunda | 4,87 |
| Cunga Palanga | 5,57 |
| Rimba | 5,57 |
| Marimba | 6,31 |
| Cabombo | 6,91 |
| Tembo Aluma | 6,48 |
| Massango | 7,65 |
| Quihuhu | 6,14 |
| Quinguengue | 6,14 |
| Mucari Caculama | 6,99 |
| Catala | 6,99 |
| Muquixi | 6,99 |
| Caxinga | 6,14 |
| Quela | 4,84 |
| Xandel | 4,84 |
| Moma | 6,14 |
| Bangalas | 4,84 |
| Cambo Sunginje | 6,91 |
| Micanda | 7,34 |
| Bange Angola | 6,91 |
| Cunda diá Baze | 4,91 |

A.9 — Província de Malanje

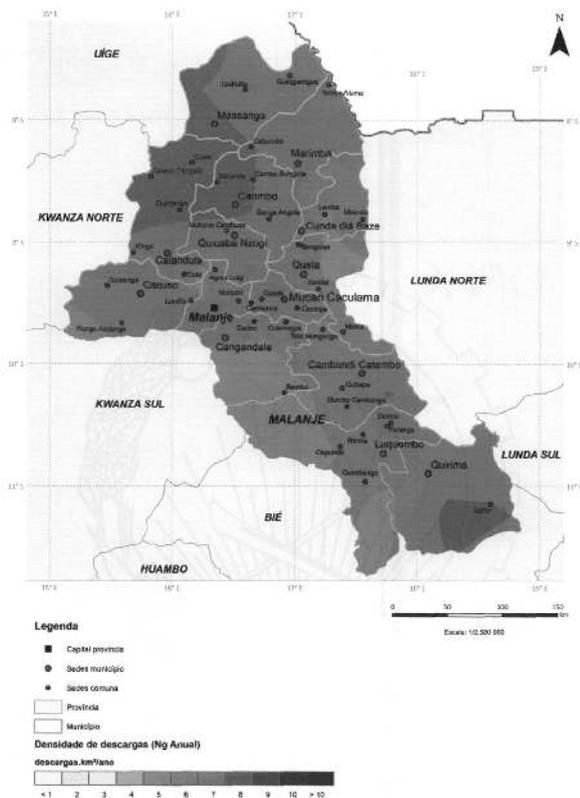


Figura A.9 — Densidade de descargas anual em Malanje

| Localidade | Ng |
|----------------|------|
| Milando | 5,83 |
| Quirima | 5,89 |
| Saltar | 7,01 |
| Quiuaba Nzogi | 6,91 |
| Mufuma Cambuze | 7,34 |

A.10 — Província da Lunda-Norte

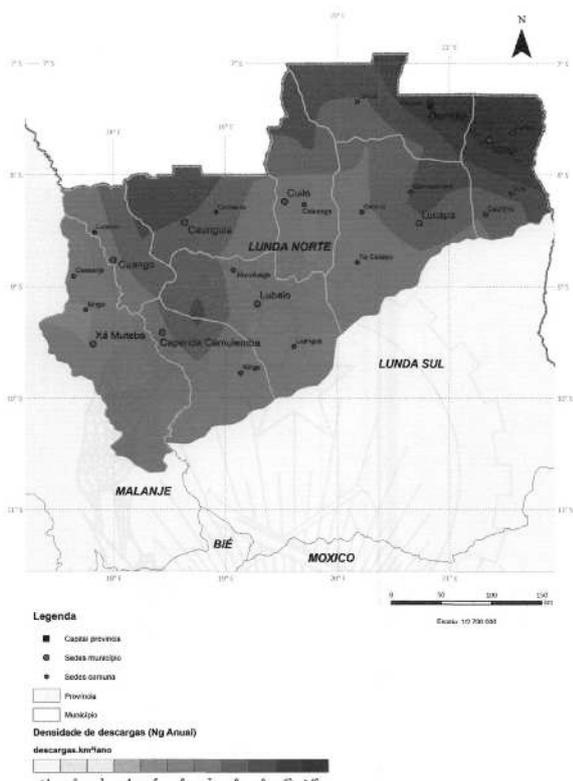


Figura A.10 — Densidade de descargas anual na Lunda-Norte

Tabela A.9 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província da Lunda-Norte

| Localidade | Ng |
|------------|-------|
| Lucapa | 8,37 |
| Capaia | 6,88 |
| Camissombo | 8,37 |
| Xa Cassau | 6,21 |
| Chitato | 10,22 |
| Lóvua | 8,11 |
| Dundo | 10,22 |
| Nzagi | 9,88 |
| Canzar | 11,20 |
| Luia | 8,20 |
| Cachimo | 7,23 |
| Cuilo | 5,86 |
| Caluango | 5,86 |
| Caungula | 8,12 |
| Camaxilo | 8,12 |
| Cuango | 5,83 |

| Localidade | Ng |
|-------------------|------|
| Luremo | 5,83 |
| Lubalo | 5,93 |
| Luangue | 5,28 |
| Muvuluege | 6,52 |
| Capenda Camulemba | 6,27 |
| Xinge | 5,58 |
| Xá Muteba | 5,13 |
| Longo | 4,83 |
| Cassanje | 5,83 |

A.11 — Província da Lunda-Sul

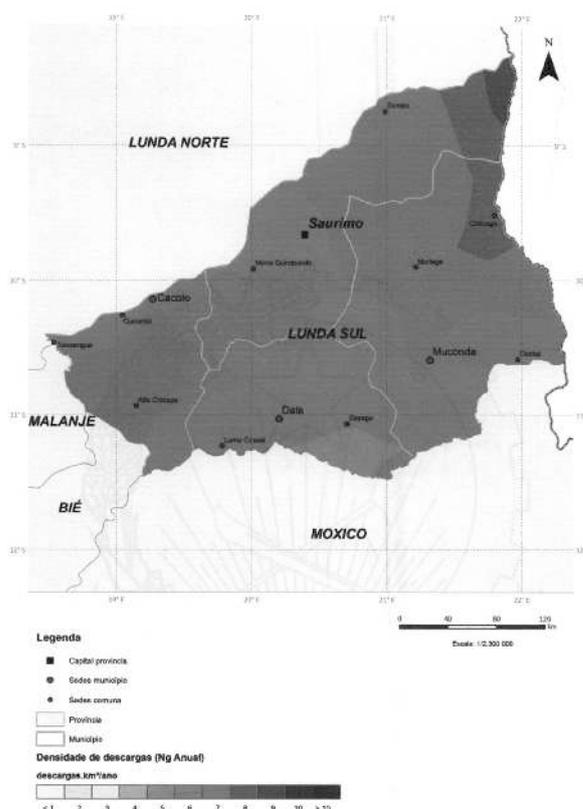


Figura A.11 — Densidade de descargas anual na Lunda-Sul

Tabela A.10 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província da Lunda-Sul

| Localidade | Ng |
|----------------|------|
| Saurimo | 5,11 |
| Mona Quimbundo | 5,11 |
| Sombo | 6,78 |
| Dala | 5,00 |
| Cazage | 4,73 |
| Luma Cassai | 5,41 |
| Muconda | 6,05 |
| Cassai | 5,39 |
| Chilugue | 7,26 |
| Muriege | 6,70 |
| Cacolo | 6,10 |
| Alto Chicapa | 6,29 |
| Cucumbi | 6,10 |
| Xassengue | 4,93 |

A.12 — Província do Moxico

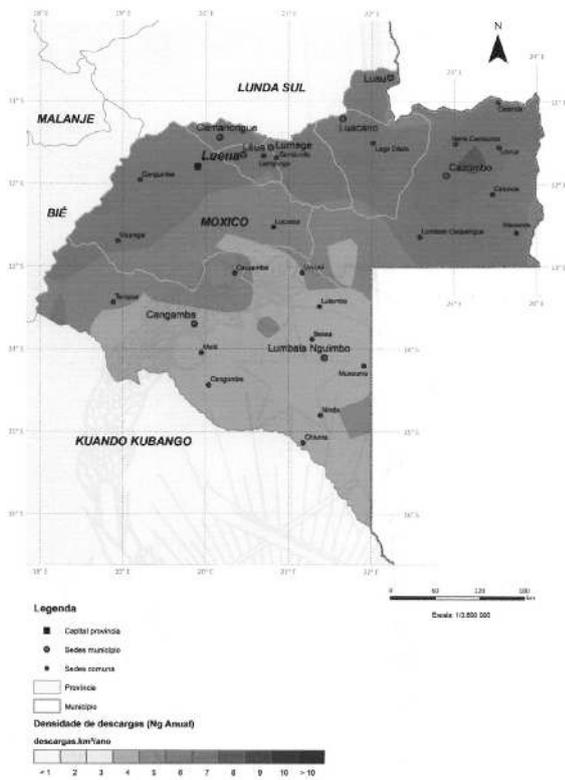


Figura A.12 — Densidade de descargas anual no Moxico

Tabela A.11 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Moxico

| Localidade | Ng |
|-------------------|------|
| Luena | 5,04 |
| Cangumbe | 5,82 |
| Lucusse | 4,01 |
| Muangai | 5,11 |
| Camanonque | 5,00 |
| Lumege | 5,07 |
| Léua | 5,91 |
| Sandongo | 5,07 |
| Liangongo | 5,07 |
| Luacano | 5,77 |
| Lago Dilolo | 5,90 |
| Luau | 5,08 |
| Cangamba | 3,25 |
| Tempue | 4,69 |
| Cassamba | 5,14 |
| Muíé | 3,88 |
| Cangumbe | 5,82 |
| Cazombo | 6,27 |
| Caiana | 6,65 |
| Calunda | 5,49 |
| Lóvua | 8,11 |
| Lumbala Caquengue | 5,43 |

| Localidade | Ng |
|-----------------|------|
| Macondo | 5,26 |
| Nana Candundo | 7,52 |
| Lumbala Nguimbo | 3,73 |
| Chiume | 3,36 |
| Luvuei | 4,05 |
| Lutembo | 4,05 |
| Mussuma | 3,17 |
| Ninda | 3,62 |
| Sessa | 3,37 |

A.13 — Província do Bié

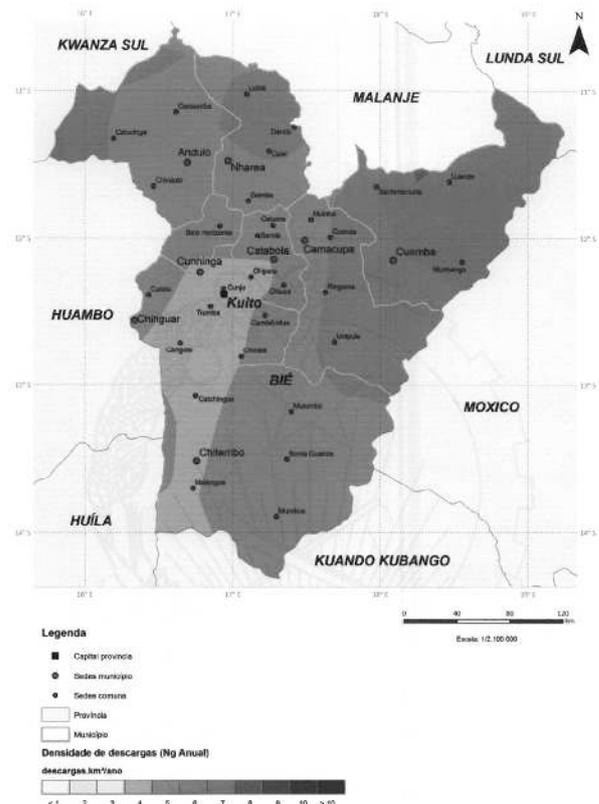


Figura A.13 — Densidade de descargas anual do Bié

Tabela A.12 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Bié

| Localidade | Ng |
|------------|------|
| Kuito | 3,85 |
| Cambândua | 4,26 |
| Chicala | 4,26 |
| Trumba | 3,85 |
| Cunje | 3,85 |
| Andulo | 4,72 |
| Calucinga | 4,72 |
| Cassumbe | 4,72 |
| Chivaúlo | 4,59 |
| Camacupa | 3,93 |
| Ringoma | 5,31 |
| Umpulo | 5,44 |
| Muinha | 5,10 |

| Localidade | Ng |
|----------------|------|
| Cuanza | 5,10 |
| Catabola | 3,93 |
| Chipeta | 3,93 |
| Sande | 4,27 |
| Caiuera | 4,27 |
| Chiucua | 3,93 |
| Chinguar | 4,10 |
| Cutato | 4,75 |
| Cangote | 3,47 |
| Chitenbo | 3,96 |
| Cachingues | 3,74 |
| Mumbué | 4,89 |
| Mutumbo | 4,63 |
| Malengue | 3,96 |
| Soma Quanza | 4,89 |
| Cuamba | 5,86 |
| Luando | 6,84 |
| Munhango | 6,34 |
| Sachinemuna | 5,10 |
| Cunhinga | 3,85 |
| Belo Horizonte | 4,47 |
| Nharea | 4,72 |
| Gamba | 4,27 |
| Caiei | 5,58 |
| Lúbia | 5,58 |
| Dando | 5,58 |

A.14 — Província do Huambo

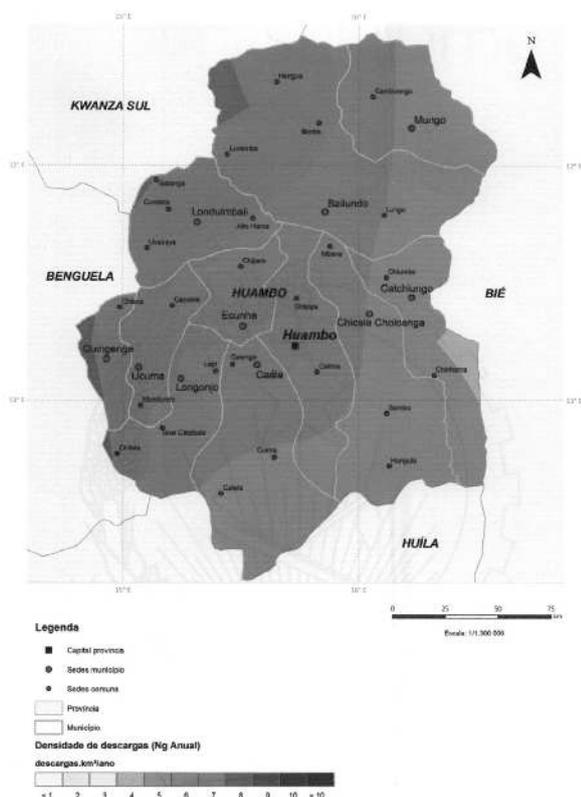


Figura A.14 — Densidade de descargas anual no Huambo

Tabela A.13 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Huambo

| Localidade | Ng |
|---------------|------|
| Huambo | 6,10 |
| Calima | 6,10 |
| Chipipa | 6,10 |
| Bailundo | 5,53 |
| Bimbe | 6,76 |
| Hengue | 6,76 |
| Luvemba | 7,32 |
| Lunge | 4,75 |
| Caála | 6,10 |
| Calenga | 5,20 |
| Catata | 5,16 |
| Cuima | 4,81 |
| Ecunha | 6,10 |
| Chipeio | 6,55 |
| Londuimbali | 6,55 |
| Cumbira | 6,55 |
| Galanga | 6,55 |
| Ussoque | 6,55 |
| Alto Hama | 5,53 |
| Catchiungo | 4,10 |
| Chinhama | 4,10 |
| Chiumbo | 4,75 |
| Quingenge | 7,54 |
| Chiaca | 7,54 |
| Mungo | 4,59 |
| Cambuengo | 4,59 |
| Úcuma | 5,20 |
| Cacoma | 5,20 |
| Mundundo | 5,16 |
| Tchicala | 4,26 |
| Mbave | 5,53 |
| Sambo | 4,73 |
| Samboto | 4,73 |
| Longonjo | 5,20 |
| Chilata | 8,27 |
| Lava Catabola | 5,16 |
| Lépi | 5,20 |

A.15 — Província de Benguela

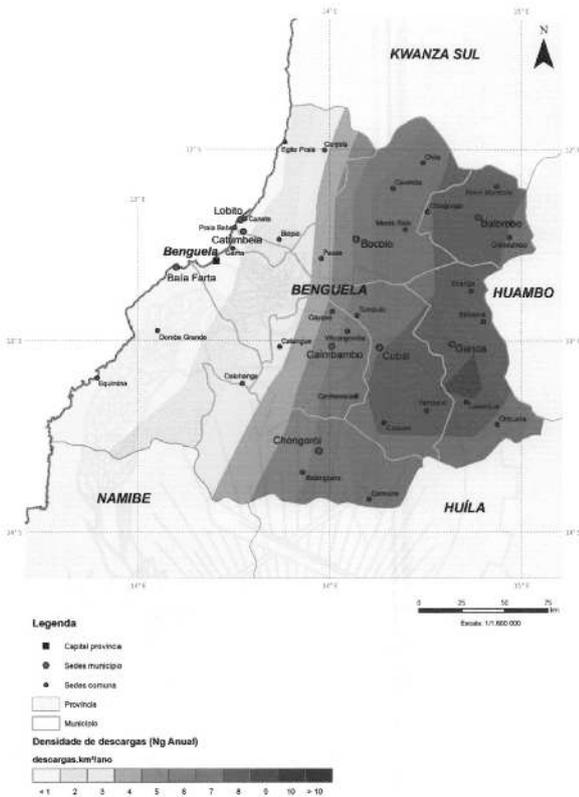


Figura A.15 — Densidade de descargas anual em Benguela

Tabela A.14 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província de Benguela

| Localidade | Ng |
|--------------|------|
| Benguela | 0,34 |
| Lobito | 1,04 |
| Egipto Praia | 0,56 |
| Canata | 1,04 |
| Canjala | 1,04 |
| Catumbela | 1,04 |
| Biópio | 1,04 |
| Gama | 0,34 |
| Praia Bebe | 1,04 |
| Bocoio | 6,35 |
| Chila | 6,35 |
| Monte Belo | 6,35 |
| Cavimbe | 6,35 |
| Passe | 1,72 |
| Caimbambo | 7,48 |
| Catengue | 3,34 |
| Cayave | 6,19 |
| Wiyangombe | 6,19 |

| Localidade | Ng |
|--------------|------|
| Canhamela | 7,48 |
| Cubal | 7,48 |
| Capupa | 7,48 |
| Yambala | 8,27 |
| Tumbulo | 6,19 |
| Chongoroi | 4,63 |
| Bolonguera | 4,63 |
| Camuine | 6,46 |
| Ganda | 8,27 |
| Ebanga | 7,54 |
| Chicama | 8,27 |
| Babaera | 7,54 |
| Casseque | 8,27 |
| Baía Farta | 0,34 |
| Dombe Grande | 0,34 |
| Calohanga | 3,34 |
| Equimina | 0,14 |
| Balombo | 7,50 |
| Chingongo | 7,50 |
| Chindumbo | 7,50 |
| Maca Mombolo | 7,50 |

A.16 — Província do Namibe

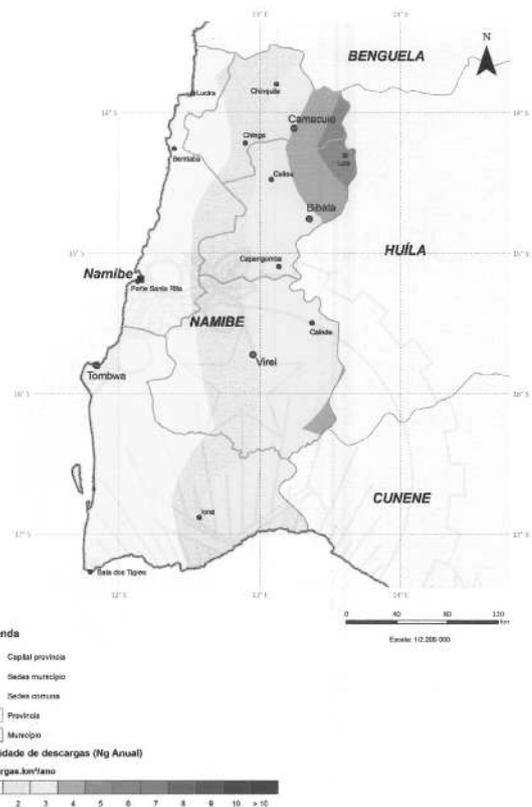


Figura A.16 — Densidade de descargas anual no Namibe

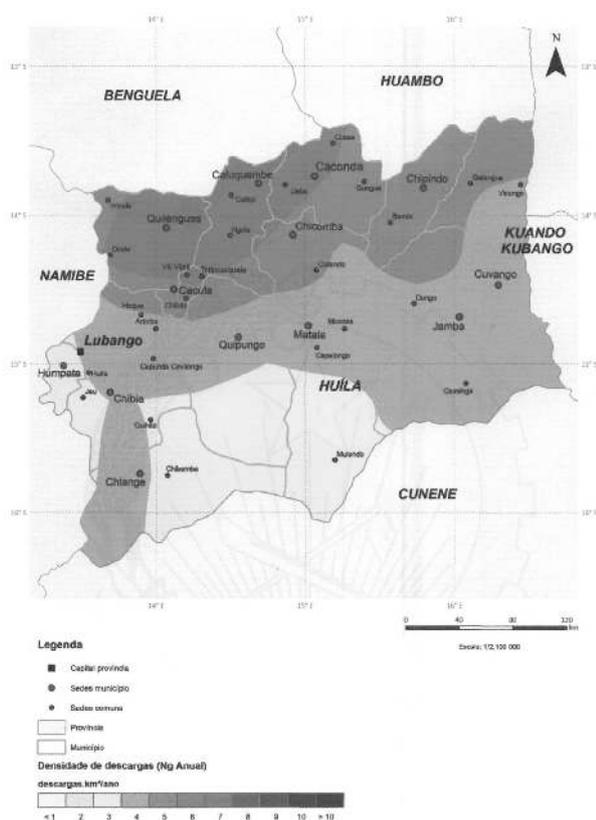
Tabela A.15 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Namibe

| Localidade | Ng |
|------------------|------|
| Namibe | 0,22 |
| Lucira | 1,14 |
| Bentiaba | 0,08 |
| Forte Santa Rita | 0,22 |
| Bibala | 2,71 |
| Caitou | 3,34 |
| Lola | 5,51 |
| Capangombe | 2,77 |
| Tombwa | 0,05 |
| Baía dos Tigres | 0,06 |
| Iona | 2,71 |
| Virei | 1,51 |
| Cainde | 2,77 |
| Camacuio | 3,34 |
| Chinquite | 2,19 |
| Chingo Novo | 0,76 |

Tabela A.16 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província da Huila

| Localidade | Ng |
|--------------------|------|
| Lubango | 3,49 |
| Arimba | 3,49 |
| Huila | 3,03 |
| Hoque | 3,49 |
| Cacula | 5,88 |
| Viti-Vivali | 5,88 |
| Chituto | 3,83 |
| Tchicuaqueia | 5,88 |
| Quilengues | 5,88 |
| Dinde | 5,51 |
| Impulo | 4,63 |
| Caluquembe | 5,75 |
| Calepi | 5,75 |
| Ngola | 5,88 |
| Caconda | 4,79 |
| Cusse | 4,79 |
| Gungue | 4,79 |
| Uaba | 5,75 |
| Chipindo | 4,09 |
| Bambi | 4,28 |
| Cuvango | 3,81 |
| Galangue | 4,02 |
| Vicungo | 4,02 |
| Humpata | 2,77 |
| Chibia | 3,03 |
| Capunda Cavi longo | 3,49 |
| Jau | 3,03 |
| Quihita | 3,03 |
| Chiange | 3,19 |
| Chimbemba | 2,75 |
| Jamba | 4,01 |
| Cassinga | 3,20 |
| Dongo | 3,61 |
| Chicomba | 4,81 |
| Cutenda | 3,88 |
| Quipungo | 3,36 |
| Matala | 3,84 |
| Capelongo | 3,84 |
| Mulondo | 2,91 |
| Micosse | 3,84 |

A.17 — Província da Huila



A.18 — Província do Cunene

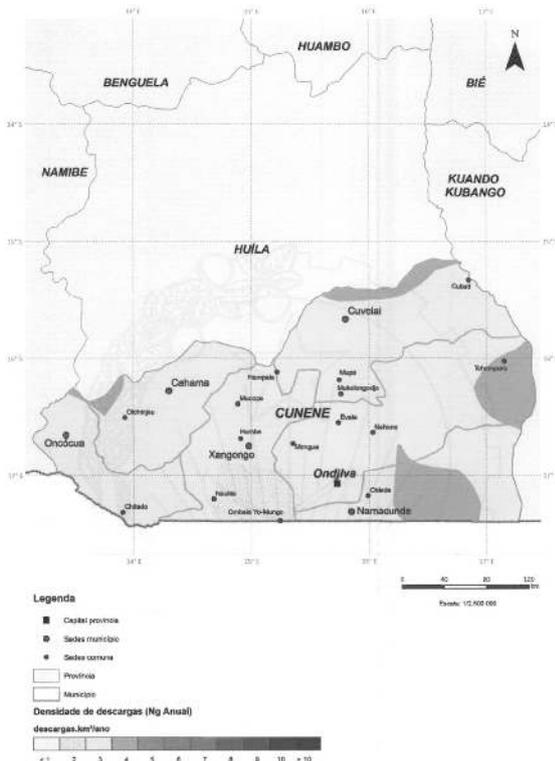


Figura A.18 — Densidade de descargas anual no Cunene

Tabela A.17 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Cunene

| Localidade | Ng |
|----------------|------|
| Ondjiva | 2,47 |
| Nehone | 3,01 |
| Mongua | 2,18 |
| Evale | 2,56 |
| Tchomporo | 3,50 |
| Cuvelai | 2,50 |
| Nampala | 2,55 |
| Mupa | 2,75 |
| Cubati | 2,88 |
| Mukolongodjo | 2,75 |
| Namacunde | 2,47 |
| Chiede | 2,47 |
| Cahama | 2,42 |
| Otchinjau | 2,71 |
| Xangongo | 2,03 |
| Humbe | 2,03 |
| Mucope | 2,16 |
| Naulila | 1,92 |
| Ombalayo-Mungo | 1,69 |
| Oncóua | 1,89 |
| Chitado | 2,57 |

A.19 — Província do Cuando Cubango

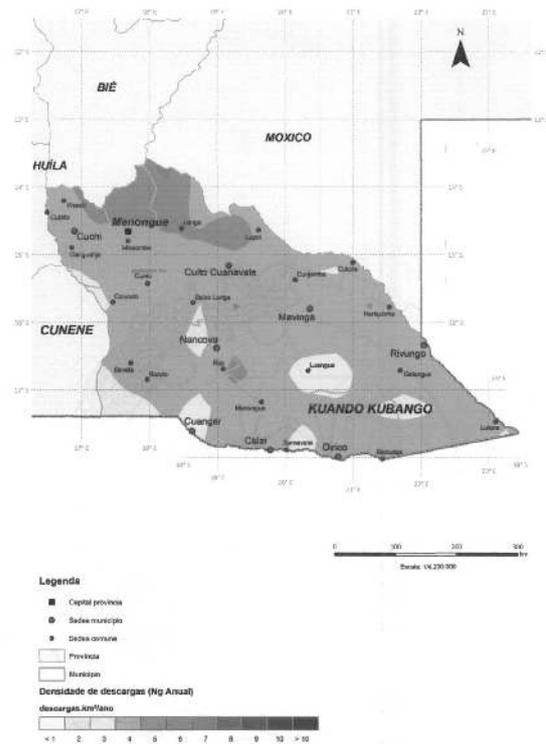


Figura A.19 — Densidade de descargas anual em Cuando Cubango

Tabela A.18 - Valores de densidade de descargas (descargas.km²/ano) por sede de comuna para a Província do Cuando Cubango

| Localidade | Ng |
|-----------------|------|
| Menongue | 3,75 |
| Cueio | 4,02 |
| Caiundo | 2,74 |
| Missombo | 3,75 |
| Calai | 3,40 |
| Mavengue | 3,59 |
| Cuanger | 2,96 |
| Savate | 3,38 |
| Bondo | 3,38 |
| Cuchi | 3,86 |
| Cutato | 4,75 |
| Chinguanja | 3,86 |
| Vissati | 3,68 |
| Dirico | 3,41 |
| Mucusso | 3,62 |
| Xamavera | 2,70 |
| Cuito Cuanavale | 3,42 |
| Baixa Longa | 2,98 |
| Lupire | 3,70 |
| Longa | 3,94 |
| Mavinga | 3,60 |
| Cunjamba | 3,04 |
| Cutuile | 2,94 |
| Luengue | 2,64 |

| Localidade | Ng |
|------------|------|
| Nancova | 2,75 |
| Rito | 4,31 |
| Rivungo | 3,73 |
| Luiana | 3,31 |
| Galangue | 3,36 |
| Neriquinha | 3,42 |

ANEXO B (Normativo) - Protecção das Pessoas Contra Contactos Eléctricos Provocados por Descargas Atmosféricas

B.1. Medidas de protecção contra as lesões de seres humanos em razão das tensões de contacto e de passo

B.1.1. Medidas de protecção contra as tensões de contacto

No exterior da estrutura, na proximidade dos condutores de baixada, em condições particulares, a tensão de contacto pode ser perigosa mesmo se o SPDA exterior com dispositivo de ionização foi concebido e instalado conforme os requisitos abaixo indicados.

Os riscos para as pessoas podem ser considerados como negligenciáveis se as condições seguintes são satisfeitas:

A probabilidade para que as pessoas se aproximem e a duração da sua presença no exterior da estrutura e na proximidade dos condutores de baixada é muito fraca;

Os condutores naturais de baixada são constituídos por, pelo menos, dez pilares da estrutura metálica da estrutura ou de vários pontos em aço interligados, assegurando a sua continuidade eléctrica;

A resistência de contacto da camada de área do solo, até três metros dos condutores de baixada, não é inferior a 100 k Ω .

NOTA: Uma camada em material isolante, como por exemplo uma camada de asfalto de cinco centímetros ou uma camada de gravilha de 15 centímetros, reduz os riscos a um nível tolerável.

Se nenhuma destas condições é satisfeita, devem tomar-se medidas de protecção contra as lesões de seres vivos em razão das tensões de contacto tais que:

O isolamento dos condutores de baixada é assegurado para 100 kV, sob uma impulsão de choque 1,2/50 μ s, por exemplo, para uma espessura mínima de três milímetros em polietileno reticulado;

Restrições físicas e/ou cartazes de aviso a fim de minimizar a probabilidade de tocar os condutores de baixada.

B.1.2. Medidas de protecção contra as tensões de passo

No exterior da estrutura, na proximidade dos condutores de baixada, em condições particulares, a tensão de passo pode ser perigosa mesmo se o SPDA foi concebido e instalado conforme as regras do presente documento.

Os riscos para as pessoas podem ser considerados como negligenciáveis se as condições seguintes são satisfeitas:

A probabilidade para que as pessoas se aproximem e a duração da sua presença no exterior da estrutura e na proximidade dos condutores de baixada é muito fraca;

Os condutores naturais de baixada são constituídos por, pelo menos, dez pilares da estrutura metálica da estrutura ou de vários pontos em aço interligados, assegurando a sua continuidade eléctrica;

A resistência de contacto da camada de área do solo, até três metros dos condutores de baixada, não é inferior a 100 k Ω .

NOTA: Uma camada em material isolante, como por exemplo uma camada de asfalto de cinco centímetros ou uma camada de gravilha de quinze centímetros, reduz os riscos a um nível tolerável.

Se nenhuma destas condições for satisfeita, devem tomar-se medidas de protecção contra as lesões de seres vivos em razão das tensões de passo tais que:

Equipotencialidade por meio de uma rede de terra em malha;

Restrições físicas e/ou cartazes de aviso a fim de minimizar a probabilidade de tocar os condutores de baixada, até três metros.

ANEXO C (Normativo) - PDI:

Procedimentos de Ensaio e Requisitos

C. 1. Condições de funcionamento

C.1.1. Condições Normais

As condições Normais de funcionamento são apresentadas em seguida:

Temperatura de funcionamento de -20°C a 60°C;

Velocidade do vento inferior a 122 km/h.

C.1.2. Condições anormais

As condições anormais de funcionamento são apresentadas em seguida:

Temperatura de funcionamento inferior a -20°C ou superior a 60°C;

Velocidade do vento superior a 122 km/h;

Neve e gelo;

Local com atmosfera fortemente poluída.

C.2. Requisitos

C.2.1. Requisitos gerais

C.2.1.1. Identificação e documentação

O PDI é identificado pelas seguintes informações indicadas no produto (marcação):

Nome, logo ou marca comercial do fabricante;

Referência do produto;

Eficácia de avanço à ionização: ΔT (em μ s);

Número de série.

C.2.1.2. Marcação

A marcação deve ser realizada de maneira legível e indelével. Ela deve mencionar, pelo menos, o nome, logotipo ou marca comercial do fabricante, a referência do produto e o número de série. A marcação deve ser verificada pelos ensaios de C.2.6.2.

C.2.2. Requisitos ao avanço de ionização

O avanço à ionização do PDI (ΔT) deve ser determinado em conformidade com as modalidades definidas em C.3.5.

Ela deve ser compreendida entre 10 μs e 60 μs . Se o resultado de ΔT é inferior a 10 μs , então o pára-raios não é considerado como um PDI. Caso o resultado de ΔT seja superior a 60 μs , então todos os cálculos terão de ser efectuados considerando $\Delta T = 60 \mu s$.

C.2.3. Requisitos Eléctricos

O PDI deve suportar um impacto de descarga atmosférica de 100 kA (onda 10/350). Isto é certificado pelos ensaios definidos em C.3.5.

C.2.4. Requisitos mecânicos

As partes do PDI pelas quais transita a corrente da descarga atmosférica devem ter uma secção em conformidade com a Norma EN 50164-2 (eventualmente os protectores utilizados para a concepção do PDI são submetidos a ensaios durante os ensaios de resistência da corrente e não são associados aos requisitos mecânicos).

As partes do PDI que devam captar a descarga atmosférica devem ter características dimensionais de acordo com a Tabela C.1 apresentada em seguida:

Tabela C.1 — Material, configuração e secção mínima do corpo da parte do ponto de impacto

| Material | Configuração | Secção mínima | Observações |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|----------------|
| Cobre, alumínio, liga de alumínio, aço galvanizado a quente (Nota 1), aço inoxidável (Nota 2) | Redondo maciço | 200 mm ² | Diâmetro 16 mm |

NOTA 1: O revestimento deve ser liso e contínuo, não devendo comportar nenhuma mancha de fluxo. A espessura mínima é de 50 μm .

NOTA 2: Cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

C.2.5. Requisitos ambientais

C.2.5.1. Condições ambientais

O PDI deve suportar as contrariedades ambientais, tais como nebulosidade salina e atmosfera sulfurosa, características da poluição junto ao mar e da poluição industrial. Isto é verificado pelos ensaios de pré-condicionamento descritos em C.3.

C.2.6. Compatibilidade electromagnética

C.2.6.1. Imunidade electromagnética

Os PDI que não comportem nenhum sistema electrónico ou nos quais todos os componentes são passivos, tais como diodos, resistências, condensadores, indutâncias, varistâncias e outros componentes de protecção, não são sensíveis aos

campos electromagnéticos dos ambientes industriais. Em consequência, nenhum ensaio de imunidade é requerido.

Os outros PDI devem ser objecto de ensaios. Estes PDI devem estar em conformidade com a Norma de Imunidade Ambiental Industrial EN 61000-6-2 para os ensaios aplicáveis. O funcionamento do dispositivo de ionização e do dispositivo de ensaio eventualmente integrado no PDI não deve ser perturbado aquando do ensaio. Isto é verificado pela ausência de faísca detectada visualmente.

C.2.6.2. Emissão electromagnética

Para os PDI que não incorporem nenhum sistema electrónico, ou para os que todos os componentes são passivos, tais como diodos, resistências, condensadores, indutâncias, varistâncias e outros componentes de protecção, não gerando nenhum sinal na ausência de condições de trovoadas nenhum ensaio de emissão é requerido.

Os PDI incorporando circuitos electrónicos devem estar conformes à Norma de Emissão para o Ambiente Residencial EN 61000-6-3.

Para os PDI que respondem a estas condições, mas que comportem módulos de rádio, o conjunto dos requisitos descritos na Directiva RTTE 1999/5/CE deve ser satisfeito.

C.3. Ensaios de tipo

Os ensaios devem ser realizados numa amostra, de acordo com o estabelecido no organograma apresentado na Figura C.1.

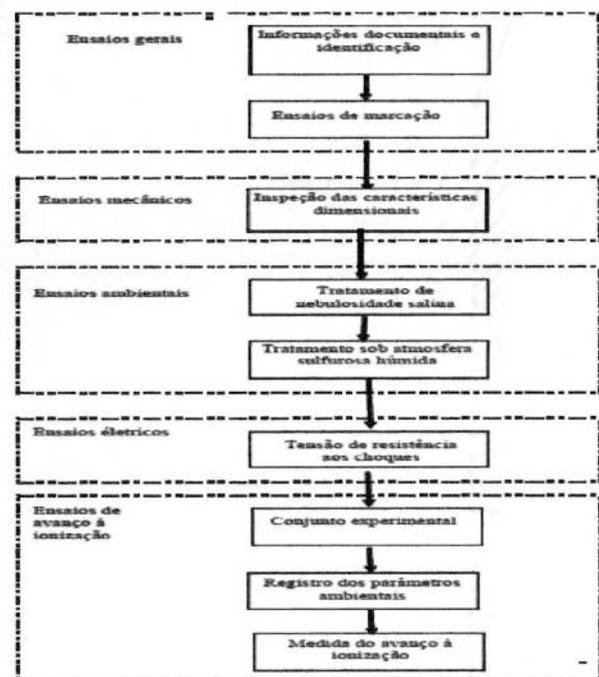


Figura C.1 - Desenvolvimento dos ensaios

C.3.1. Ensaios gerais

C.3.1.1. Informação, documentação e identificação

A verificação da identificação e das marcações deve ser feita reportando-se aos requisitos de C.2.1.2. A conformidade é verificada por verificação visual.

C.3.1.2. Marcação

Um ensaio deve ser efectuado sobre todos os tipos de marcação, exceptuando os que são feitos por pressão, moldagem ou gravação.

O ensaio é efectuado friccionando a marcação à mão, durante 15 segundos, com um esfregão de algodão embebido em água e, durante 15 segundos novamente, com um esfregão de algodão embebido em hexano alifáticos.

NOTA: O hexano é definido por aromáticos alifáticos máximos a um de 0,1% em volume, um valor de 29 kauributanol, uma temperatura inicial de ebulição de cerca de 65 °C, a um ponto de ebulição final de cerca 69 °C e massa volúmica de 0,68 g/cm³.

Após este ensaio, a marcação deve ser visível.

C.3.2. Características dimensionais

A verificação das características dimensionais, com as suas tolerâncias, é realizada sobre a base dos planos e dos dados do fabricante:

- Determinação da parte captora;
- Cálculo da secção do corpo da parte captora;
- Cálculo da secção das partes nas quais a corrente deve transitar.

C.3.3. Condicionamentos ambientais

C.3.3.1. Tratamento em ambiente salino

Ensaio de ambiente salino segundo a EN 60068-2-52, excepto para Secções 7, 10 e 11, onde não é aplicável.

O ensaio realiza-se com uma severidade de nível 2.

C.3.3.2. Tratamento sob atmosfera sulfurosa húmida

Ensaio em atmosfera sulfurosa húmida segundo a Norma EN ISO 6988, com sete ciclos e uma concentração de dióxido de enxofre de 667 ppm (em volume).

Cada ciclo dura vinte e quatro horas e consiste num período de aquecimento de oito horas, a uma temperatura de 40 °C ± 3 °C em atmosfera húmida saturada, seguida de um período de repouso de 16 horas. Após este período de repouso a atmosfera sulfurosa húmida é renovada.

C.3.4. Ensaio de resistência à corrente

Após o pré-condicionamento ambiental e sem limpeza da amostra, submete-se o PDI aos seguintes ensaios.

Ensaio de corrente de choque I_{imp} .

A impulsão de ensaio I_{imp} é definida por I_{crista} , Q e W/R . Uma impulsão unipolar de corrente deve respeitar os parâmetros em 10 ms.

Uma forma de onda típica, podendo realizar estes parâmetros é a onda 10/350. A relação entre I_{crista} , Q e W/R é dada pelas fórmulas:

$$Q (As) = 0,5 \times I_{crista} (kA) \quad (C.1)$$

$$\frac{w}{R} \left(\frac{kJ}{\Omega} \right) = Q^2 (As) \quad (C.2)$$

As tolerâncias sobre o valor crista da corrente I_{crista} , a carga Q e a energia específica, W/R , são:

$$I_{crista} \pm 10\%;$$

$$Q \pm 20\%;$$

$$W/R \pm 35\%.$$

A amostra deve ser submetida três vezes a uma corrente de ensaio apresentada na Tabela C.2. O intervalo de tempo entre cada ensaio deve permitir à amostra arrefecer à temperatura ambiente.

Tabela C.2 — Valor da corrente I_{imp}

| I_{crista} (kA) | Q (As) | W/R (kJ/Ω) |
|-------------------|----------|--------------|
| 100 | 50 | 2500 |

Declaração de ensaio:

A amostra passou o ensaio se os registos tensão/corrente e a inspecção visual não revelarem nenhuma indicação de deterioração ou de perfuração da amostra, à excepção das partes escoando a corrente de descargas atmosféricas onde traços de ionização e uma fusão superficial na superfície podem aparecer.

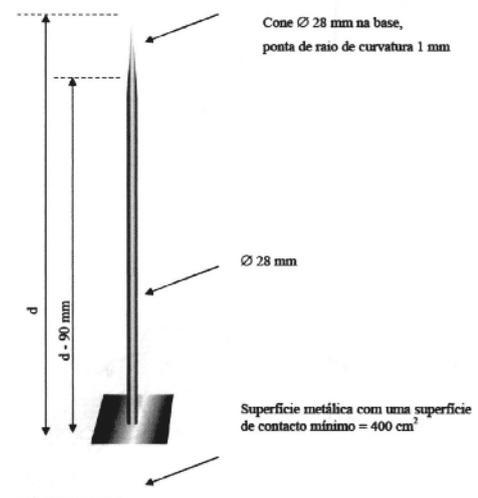
C.3.5. Ensaio do avanço de ionização

A norma de referência para os procedimentos de ensaios é a EN 61180-1. O PDI deve ser instalado e ligado electricamente conforme as instruções do fabricante. Aquando dos ensaios, nenhuma manutenção ou desmontagem do PDI é admissível.

Deverá observar-se que boas técnicas de ensaios são necessárias para os ensaios de contactos e para as medidas, de modo a assegurar-se que os valores correctos de ensaios são registados.

C.3.5.1.1 Caracterização do pára-raios de haste simples de referência

O pára-raios de haste simples (PHS) de referência deve respeitar as cotas indicadas no esquema que se segue:



Legenda:

$d \geq 1 \text{ m}$.

Figura C.2. — Pára-raios de haste simples (PHS)

C.3.5.1.2. Dimensões da montagem de ensaios

As dimensões da montagem de ensaios são as seguintes:

A altura dos pára-raios (h) é superior ou igual a um metro. A diferença de altura entre as duas pontas deve ser inferior a 1%;

A distância plateau superior/solo (H) deve ser superior a dois metros. A relação h/H deve ser compreendida entre 0,25 e 0,5;

O *plateau* superior tem a distância prato/solo (H) como a mais pequena dimensão horizontal;

A ponta de diâmetro 28 milímetros, suporte dos pára-raios, assenta sobre um suporte quadrado de lado 0,2 metros.

As figuras seguintes apresentam duas configurações de ensaios correspondentes, respectivamente, ao ensaio do PHS de referência (definido na Figura C.2) e ao ensaio do PDI:

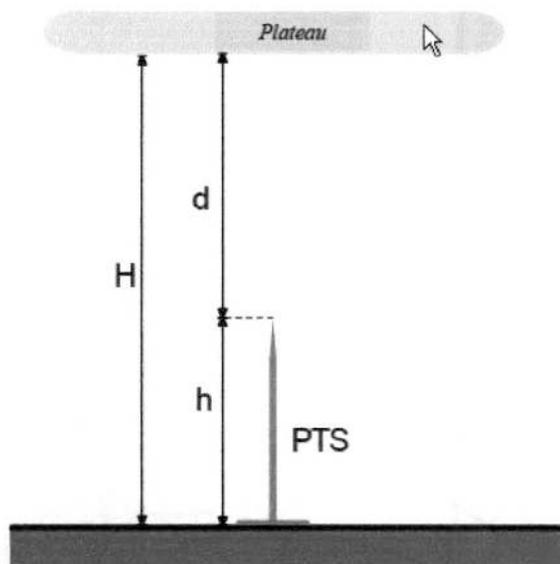


Figura C.3 - Montagem experimental do PHS

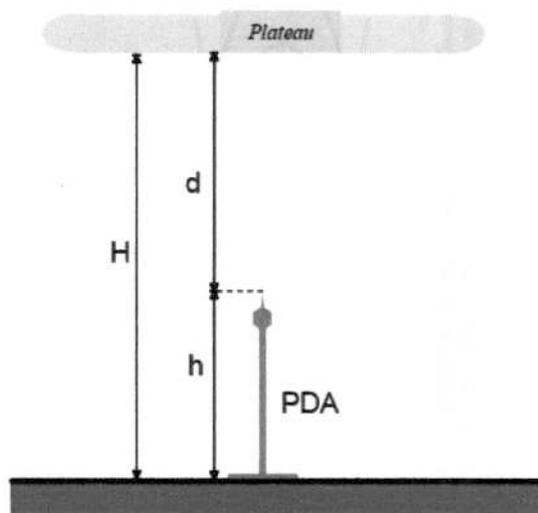


Figura C.4 - Montagem experimental do PDI

C.3.5.2. Condições experimentais

A eficácia de um PDI é avaliada comparando em laboratório de alta tensão o instante de impacto do traçador ascendente que emite, com aquele que é emitido pelo PHS.

Para isto o PHS e o PDI são avaliados um após outro nas mesmas condições eléctricas, geométricas e climáticas aquando

dos ensaios em laboratório simulando as condições naturais de início da descarga de captura (traçador positivo ascendente).

C.3.5.2.1. Simulação do campo no solo

O campo natural no solo existente antes de um impacto de descargas atmosféricas tem consequências sobre as condições de formação do efeito corona e das cargas espaciais existentes. E assim, por consequência, recomendável simulá-lo, aplicando uma tensão contínua negativa que crie campos eléctricos entre os *plateaus* e o solo compreendidos entre -20 kV/m e -25 kV/m.

C.3.5.2.2. Simulação do campo impulsional

O campo impulsional pode ser simulado por um choque de manobra negativa com um tempo de subida compreendido entre 100 μ s e 1000 μ s. A pendente da forma de onda, aquando da iniciação da ascensão, deverá estar compreendida entre 2×10^8 V/m/s e 2×10^9 V/m/s. Uma forma de onda tipo é de 250/2500 conforme a EN 60060-1 (só a tolerância em avanço é importante).

C.3.5.2.3.1. Grandezas a controlar - Medidas a efectuar

Os parâmetros eléctricos a controlar e a registar são a forma e a amplitude das tensões aplicadas (calibração do campo ambiental, onda de tensões impulsional, corrente associada) para a PHS e o PDI.

Para isto, as regulações que devem ser efectuadas são:

A tensão de polarização contínua;

A onda impulsional que provoca o impacto sobre o pára-raios de haste simples: a tensão a aplicar é determinada por um procedimento «up and down» simplificado de maneira a obter o valor U100 com uma precisão final de 1%.

C.3.5.2.3.2. Condições geométricas

A distância deve ser estritamente a mesma (+/- um milímetro) em cada configuração de ensaio; ela deve ser controlada antes de cada configuração (ver as Figuras C.3 e C.4).

C.3.5.2.3.3. Parâmetros climáticos

As condições climáticas (pressão, temperatura, humidade relativa) devem ser controladas no início, ao meio dos ensaios de cada série e no fim dos ensaios para a configuração de ensaio.

Para que as configurações de ensaios do PHS e do PDI sejam consideradas como idênticas (mesma tensão U100), as variações dos parâmetros climáticos devem respeitar os valores definidos na Tabela C.3. Se não, é recomendável remedir a tensão U100 antes da configuração seguinte.

Tabela C.3 — Variação dos parâmetros climáticos aquando dos ensaios

| Parâmetro | Varição para as duas configurações de ensaios |
|-------------------|-----------------------------------------------|
| Pressão | $\pm 2\%$ |
| Temperatura | $\pm 10^\circ\text{C}$ |
| Humidade relativa | $\pm 20\%$ |

Os valores são anotados no relatório de ensaio, mas não conduzem a correcções. C.3.5.2.3.4-Número de choques por configuração

Para cada configuração, os 50 primeiros contactos válidos serão registados. (Exemplo de choque não válido: pré-ionização do gerador). O tempo de relaxação entre choques deve ser de dois minutos. Este valor deverá ser mantido ao longo dos ensaios.

C.3.5.2.3.5. Medida de avanço de ionização do PDI

O critério retido para a avaliação da eficácia de um PDI é a sua capacidade para captar um traçador ascendente antes do PHS instalado nas mesmas condições, de forma repetitiva. Medir para cada choque válido sobre o PHS, depois sobre o PDI, o valor T do instante de captura do traçador ascendente. O tempo T é medido entre o ponto de intersecção do eixo dos tempos com a curva de tensão impulsional e o tempo correspondente à variação brusca da pente da tensão impulsional correspondente a uma captura.

A partir das medidas dos instantes de captura dos traçadores ascendentes de um PHS e de um PDI, calcular os instantes médios de captura T_{moy}^{PHS} T_{moy}^{PDI} a partir dos choques válidos, respeitando os parâmetros.

Da mesma forma as falhas-tipo das duas distribuições são calculadas (\square_{PHS} e \square_{PDA}).

C.3.5.2.4. Determinação do avanço de ionização do PDI

O avanço de ionização é determinado em relação a uma onda de referência, definida por um tempo de subida $T_m = 650 \mu s$ e a forma definida para a Figura C.5.

Deduzir a estes campos E, à média da forma de onda de referência, os instantes de captura traduzidos à curva de referência T_{PHS} e T_{PDA} servem ao cálculo do avanço da captura ou ionização $\square T (\mu s) = T_{PHS} - T_{PDA}$.

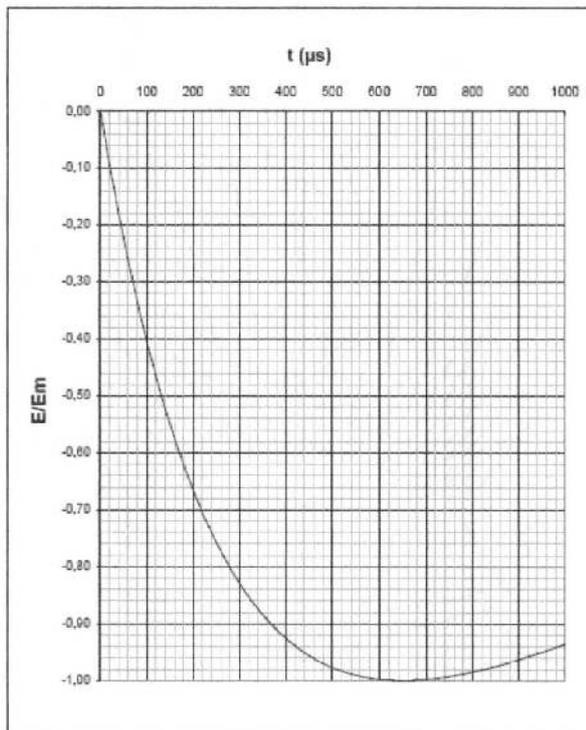


Figura C.5- Onda de referência experimental

Sobre a forma da onda de referência, à qual o valor dos campos E_m é fixado ao valor do campo máximo experimental E_{Mexp} , sobrepor a curva experimental.

T_{moy}^{PDI} e T_{moy}^{PHS} são ligados aos campos E à média da curva experimental. Deduzir esses campos E, ao meio da forma da onda de referência, os instantes de ionização levados de volta para a curva de referência e T_{PTS} T_{PDI} utilizada para calcular a eficiência $\square T (\mu s) = T_{PTS} - T_{PDI}$.

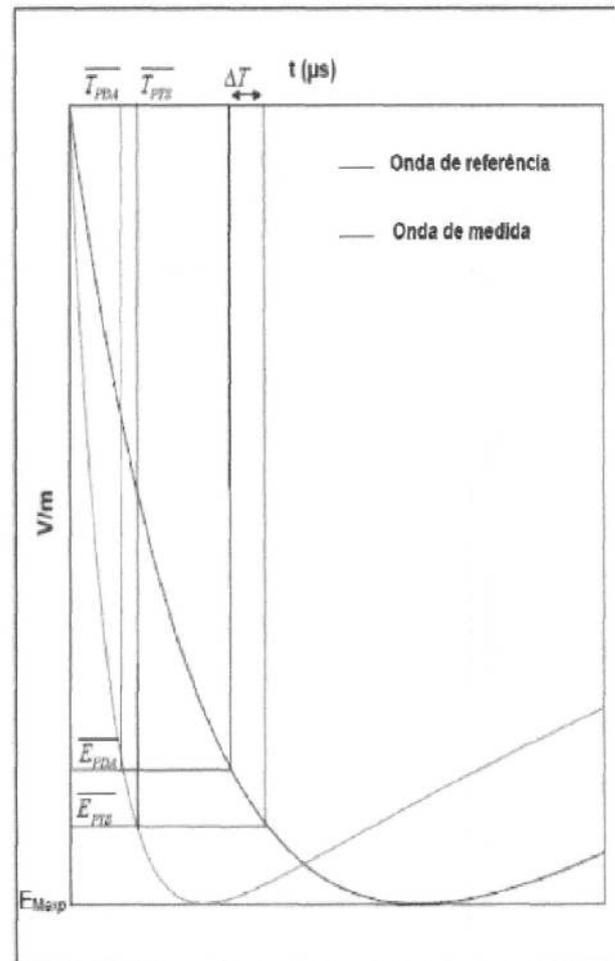


Figura C.6. — Princípio da correção gráfica

C.3.5.2.5. Validação do efeito PDI

Os valores médios T_{PDA} e T_{PHS} e as falhas-tipo \square_{PDA} e \square_{PHS} são calculados. O pára-raios submetido aos ensaios é um PDI caso sejam satisfeitas as seguintes condições:

- $T_{PDA} < T_{PHS}$;
- $\square_{PDA} < 0,8 \square_{PHS}$;
- $T_{PHS} - T_{PDA} > 10 \mu s$.

C.4. Estrutura e conteúdo do relatório de ensaio

O objectivo da presente instrução consiste em fornecer os requisitos gerais a propósito dos relatórios sobre os ensaios de laboratório. O presente documento tem por objectivo promover

os procedimentos dos relatórios claros e completos destinados aos laboratórios que submetem os relatórios de ensaios.

Os resultados de cada ensaio feitos pelo laboratório devem ser relatados com precisão, clareza, sem ambiguidades e de maneira objectiva, conforme as instruções dos métodos de ensaios. Os resultados devem ser relatados sob a forma de um relatório de ensaios e devem incluir todas as informações necessárias para a interpretação dos resultados dos ensaios e todas as informações requeridas pelo método utilizado.

Uma atenção particular deve ser dada à constituição do relatório, em particular no que concerne à apresentação dos dados de ensaio e à facilidade de assimilação pelo leitor. O formato deve ser série e particularmente concebido para cada tipo de ensaio levado a cabo mas os títulos devem ser normalizados como indicado no presente documento.

A estrutura de cada relatório deve, pelo menos, incluir o seguinte:

- Identificação do relatório;
- Título ou matéria do relatório;
- Nome, morada e número de telefone do laboratório responsável dos ensaios;
- Nome, morada e número de telefone do laboratório auxiliar onde os ensaios foram levados a cabo com sucesso se ele for diferente da empresa afectada à execução dos ensaios;
- Número de identificação único (ou número de série) do relatório de ensaio;
- Nome e morada do vendedor/fabricante;
- O relatório deve ser paginado e o número total de páginas indicado;
- Data de publicação do relatório;
- Data(s) de execução do/dos ensaio(s);
- Assinatura e título ou identificação equivalente da(s) pessoa(s) autorizada(s) a validar, em nome do laboratório de ensaios, o conteúdo do relatório;
- Assinatura e título da/das pessoa(s) responsável(eis) dos ensaios;
- Descrição da amostra;
- Descrição detalhada e identificação não ambígua da amostra de ensaio e/ou do conjunto do ensaio;
- Caracterização e condição da amostra de ensaio e/ou do conjunto do ensaio;
- Fotografias, esquemas ou toda outra documentação visual;
- Normas e referências;
- Identificação da norma de ensaio utilizada e data de publicação da norma;
- Outra documentação pertinente com a data de documentação;

- Procedimento de ensaio;
- Descrição do procedimento de ensaio;
- Justificação de todas as falhas, adições ou exclusões em relação à norma referenciada;
- Toda a outra informação pertinente para um ensaio específico, como por exemplo, as condições ambientais;
- Configuração do conjunto de ensaio;
- Localização do dispositivo na zona de ensaio e técnicas de medida;
- Equipamento de ensaio, descrição;
- Descrição do equipamento utilizado para cada ensaio levado a cabo com sucesso, como por exemplo o gerador;
- Descrição dos instrumentos de medida;
- Características e data de aferição de todos os instrumentos utilizados para medir os valores especificados na Norma;
- Resultados e parâmetros tidos em conta;
- Os resultados medidos, observados ou deduzidos devem ser claramente identificados.

NOTA — O que aqui se precede deve ser apresentado sob a forma de tabela, de gráficos, de esquemas, de fotografias ou outros documentos de observação visual apropriados.

Instrução de sucesso/insucesso identificando a parte do ensaio para a qual a amostra falhou e uma descrição da falha. Ela deve ser ilustrada por esquemas, fotografias ou todos outros documentos de observações visuais apropriados.

C.5. Reparação e manutenção dos PDI

A fim de verificar o bom funcionamento dos PDI, o fabricante deve descrever nas instruções de verificação e de manutenção os dispositivos a prever para a reparação e a manutenção do seu produto.

Estas instruções devem conter, no mínimo, as informações seguintes:

- A operação, ou as operações, a realizar aquando da verificação visual do SPDA;
- A operação, ou as operações, a realizar aquando da verificação completa do SPDA;
- Os equipamentos de ensaio que possam ser necessários para proceder à verificação do produto;
- Os critérios de bom funcionamento do produto;
- As acções a seguir em caso de mau funcionamento do produto.

Assim, se o PDI necessita de uma manutenção periódica particular, como por exemplo a substituição de um acumulador, as indicações fornecidas com o produto devem especificá-lo.

O Presidente da República, JOSÉ EDUARDO DOS SANTOS.

Decreto Presidencial n.º 64/15
de 9 de Março

Considerando que no âmbito dos esforços para o desenvolvimento do País, o Governo da República de Angola está empenhado em promover projectos de investimentos que visam a prossecução de objectivos económicos e sociais de interesse público, nomeadamente a melhoria do bem-estar das populações, o aumento do emprego, bem como o fomento do empresariado angolano;

Tendo em conta que a investidora interna «DIFERREIRA — Comércio Geral, Importação e Exportação, Limitada», pretende implementar um projecto de investimento privado que consiste na construção de 3.500 habitações sociais do projecto denominado «Vila Azul» localizado nas Províncias de Luanda, Cabinda, Kwanza-Sul e Malanje;

O Presidente da República decreta, nos termos da alínea d) do artigo 120.º e do n.º 1 do artigo 125.º, ambos da Constituição da República de Angola, o seguinte:

ARTIGO 1.º
(Aprovação)

É aprovado sob o regime contratual, o projecto de investimento «DIFERREIRA — Comércio Geral, Importação e Exportação, Limitada», no valor de USD 221.256.000,00 (duzentos e vinte e um milhões e duzentos e cinquenta e seis mil dólares norte-americanos), bem como o Contrato de Investimento anexo ao presente Diploma e que dele é parte integrante.

ARTIGO 2.º
(Aumento de Investimento)

AANIP — Agência Nacional para o Investimento Privado pode, nos termos do disposto no artigo 78.º da Lei n.º 20/11, de 20 de Maio (Lei do Investimento Privado), aprovar o aumento de investimento e alargamento da actividade que o projecto venha a necessitar no quadro do seu contínuo desenvolvimento.

ARTIGO 3.º
(Dúvidas e omissões)

As dúvidas e omissões que se suscitarem da interpretação e aplicação do presente Diploma são resolvidas pelo Presidente da República.

ARTIGO 4.º
(Entrada em vigor)

O presente Diploma entra em vigor na data da sua publicação.
Publique-se.

Luanda, aos 4 de Março de 2015.

O Presidente da República, JOSÉ EDUARDO DOS SANTOS.

CONTRATO DE INVESTIMENTO PRIVADO

Entre:

O Estado da República de Angola, Representado pela Agência Nacional para o Investimento Privado, com sede em Luanda, na Rua Cerqueira Lukoki, n.º 25, 9.º andar, Edifício do Ministério da Indústria, neste acto representada por Maria Luísa Perdigão Abrantes, na qualidade de Presidente do Conselho de Administração, com poderes legais e estatutários para o acto (doravante designados por «Estado» e «ANIP», respectivamente); e

«DIFERREIRA — Comércio Geral, Importação e Exportação, Limitada», pessoa colectiva de direito angolano, entidade residente cambial, investidor Interno, com sede social na Rua Doutor Tomé Agostinho das Neves, n.º 28, rés-do-chão, Luanda, com o NIF 5417024465, matriculada na Conservatória do Registo Comercial de Luanda sob o n.º 759-08/080513, neste acto representada por Nelson Prata, na qualidade de procurador, com poderes para o acto (doravante designada por Investidor Interno).

Considerando que:

- a) O Investidor Interno pretende implementar um projecto de investimento privado para a construção de 3.500 habitações sociais do projecto denominado «Vila Azul», nas Províncias de Cabinda, Kwanza-Sul e Malanje, projecto que vai permitir aumentar a oferta de habitações sociais condignas e a substancial melhoria do saneamento básico da população daquelas províncias;
- b) O Investidor Interno declara-se conhecedor e consciente dos princípios que norteiam a actual política do investimento privado em Angola, designadamente, os contidos na Lei n.º 20/11, de 20 de Maio (Lei do Investimento Privado), que se compromete a cumprir e a respeitar na íntegra.

É, nos termos do artigo 53.º da Lei do Investimento Privado, celebrado livremente e de boa-fé o presente Contrato de Investimento Privado, que se rege pelo disposto nas seguintes cláusulas:

CLÁUSULA 1.ª
(Natureza e objecto do Contrato)

1. O presente Contrato tem natureza administrativa.
2. O Contrato de Investimento tem por objecto a construção de 3500 habitações sociais.