

ANÁLISE DO RISCO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Guia de Cálculo do Risco Método Simplificado (cf. IEC 62305-2:2024)

Versão de 2026/04/01

(Anula e substitui o documento *Análise do Risco de Descargas Atmosféricas – Guia de Avaliação do Risco: Método Simplificado*, de 2023)

Guia elaborado por:

- CTE 81 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas
- IEP

www.iep.pt

Sumário

2.	Introdução	3
3.	Campo de aplicação	3
4.	Referências normativas	3
5.	Termos e Definições	4
6.	Explicação dos termos	6
6.1	Danos e perdas.....	6
6.2	Riscos e componentes de risco	6
6.3	Composição dos componentes de risco relacionados com a estrutura	6
7.	Avaliação de Riscos.....	7
7.1	Generalidades	7
7.2	Risco Tolerável R_T	7
7.3	Procedimento para avaliar a necessidade de proteção.....	7
7.4	Medidas de proteção	7
8.	Avaliação dos componentes de risco para as estruturas	9
8.1	Equação básica.....	9
8.2	Síntese de componentes de risco numa estrutura	9
	Anexo A (Informativo)	10
	Anexo B (Informativo)	12
	Anexo C (Informativo)	14
	Anexo D (Informativo)	15

1. Introdução

Na sequência da publicação da norma NP EN IEC 62305-2, de novembro de 2024, relativa a um método completo de análise do risco de descargas atmosféricas, foi decidido atualizar o método de análise simplificada para instalações simples.

A estrutura do presente documento é alinhada com a norma NP EN IEC 62305-2.

O presente documento anula e substitui o Análise do Risco de Descargas Atmosféricas – Guia de Avaliação do Risco: Método Simplificado, de 2023.

2. Campo de aplicação

O presente documento aplica-se à avaliação simplificada do risco numa estrutura devido a impactos de descargas atmosféricas sobre essa estrutura. Para o cálculo, os impactos diretos de descargas atmosféricas nas linhas a ela ligadas são igualmente considerados.

NOTA — Este documento não constitui uma avaliação do risco das instalações elétricas, a qual é tratada pela norma citadas nas Regras Técnicas.

O documento destina-se a propor um procedimento de avaliação desse risco. Uma vez fixado o limite superior do risco tolerável, o procedimento proposto permite escolher as medidas de proteção adequadas para reduzir o risco a um valor inferior ou igual ao valor limite tolerável.

Este documento baseia-se na norma NP EN IEC 62305-2, datada de novembro de 2024.

O método é considerado simplificado por incluir apenas um número limitado de parâmetros em comparação com o chamado método completo da norma NP EN IEC 62305-2. De facto, aplica-se apenas a estruturas.

- para as quais o risco de incêndio é baixo ou moderado;
- para as quais o risco de incêndio é elevado, mas o tempo de ocupação é curto (inferior a 400 horas);
- que não contenham produtos ou atmosferas explosivas;
- que não apresentem perigo para o ambiente.

NOTA: Os conceitos de risco de incêndio e tempo de serviço são tidos em conta no Anexo C deste documento.

3. Referências normativas

Os documentos referenciados a seguir são indispensáveis para a aplicação deste documento. Para referências datadas, aplica-se apenas a edição citada. Para referências não datadas, aplica-se a edição mais recente do documento referenciado (incluindo eventuais alterações).

- Regras Técnicas Instalações elétricas de baixa tensão
- NP 4426 Proteção contra descargas atmosféricas, Sistemas com dispositivo de ionização não radioativo,
- NP EN IEC 60079-10-1, Atmosferas explosivas - Parte 10-1: Classificação de locais - Atmosferas explosivas gasosas (Índice de classificação: C 23-579-10-1)
- NP EN 60079-10-2, Atmosferas explosivas - Parte 10-2: Classificação de locais - Atmosferas explosivas com poeira (Índice de classificação: C 23-579-10-2)

- NP EN IEC 61643-11, Descarregadores de sobretensões- Parte 11: Para-raios ligados a redes de baixa tensão - Requisitos e métodos de ensaio (Índice de classificação: C 61-743-11)
- NP EN IEC 61643-21, Descarregadores de sobretensões- Parte 21: Descarregadores de sobretensões ligados a redes de sinalização e telecomunicações - Requisitos de funcionamento e métodos de ensaio (Índice de classificação: C 61-744-21)
- NP EN IEC 62305 (série), Proteção contra raios (Índice de classificação: C 17-100-X)
- CLC/TS 51643-12, Descarregadores de sobretensões- Parte 12: Descarregadores de sobretensões ligados a redes de distribuição de baixa tensão - Princípios de seleção e aplicação (em publicação)
- CLC/TS 61643-22, Descarregadores de sobretensões- Parte 22: Descarregadores de sobretensões ligados a redes de sinalização e telecomunicações - Princípios de seleção e aplicação

4. Termos e Definições

Para efeitos do presente documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

4.1 Estrutura a ser protegida

Qualquer local, instalação ou edifício que possa conter pessoas, animais, materiais ou sistemas.

4.2 Estruturas com risco de explosão

Estruturas associadas que incluem áreas perigosas, conforme determinado pelas normas NP EN IEC 60079-10-1 [3] e NP EN 60079-10-2 [4], ou materiais explosivos sólidos

Nota 1: As normas NP EN IEC 60079-10-1 e NP EN 60079-10-2 não abordam os riscos relacionados com explosivos sólidos.

4.3 Estruturas ambientalmente perigosas

Uma estrutura que pode gerar emissões biológicas, químicas e radioativas após uma descarga atmosférica.

4.4 Rede elétrica

Rede composta por componentes de energia de baixa tensão e, possivelmente, componentes eletrónicos.

4.5 Rede eletrónica

Um sistema que contém componentes eletrónicos sensíveis, como equipamentos de comunicação, computadores, sistemas de controlo e medição, sistemas de rádio e instalações de eletrónica de potência

4.6 Rede de comunicações

Meio de transmissão destinado à comunicação entre equipamentos que podem estar localizados em estruturas separadas, como linhas telefónicas e linhas de transmissão de dados.

4.7 Frequência de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas numa estrutura (ND)

Número médio anual esperado de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas numa estrutura.

4.8 Frequência de eventos perigosos devido a descargas junto a uma linha de energia elétrica (NI)

Número médio anual esperado de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas junto a uma linha de energia elétrica.

4.9 Danos físicos

Danos sofridos por uma estrutura (ou pelo seu conteúdo) devido aos efeitos mecânicos, térmicos, químicos e explosivos dos raios.

4.10 Probabilidade de dano (P)

Probabilidade de que um evento perigoso cause danos na área afetada ou no sistema interno da estrutura a proteger.

4.11 Perda (LX)

Extensão média de um tipo específico de dano resultante de um evento perigoso, na área afetada de uma estrutura.

4.12 Risco (R)

Perda média anual provável devido a raios, sofrida por uma estrutura ou por uma área específica da estrutura.

4.13 Componente de risco (RX)

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

4.14 Risco tolerável (RT)

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

4.15 Nível de proteção contra raios (NP)

Um valor relativo a um conjunto de parâmetros de corrente de raio e referente à probabilidade de os valores máximo e mínimo de projeto associados não serem excedidos quando ocorre um raio naturalmente.

Nota 1: É utilizado um nível de proteção contra raios para fornecer medidas de proteção de acordo com o conjunto apropriado de parâmetros de corrente de raio.

4.16 Medidas de proteção

Medidas adotadas na estrutura a proteger para reduzir o risco ou a frequência de danos.

4.17 Sistema de proteção contra raios (SPDA)

Sistema completo utilizado para reduzir os riscos de lesões em seres vivos e danos físicos causados por descargas atmosféricas numa estrutura.

Nota 1: Um sistema de proteção contra raios inclui tanto um sistema externo como um sistema interno.

4.18 Para-raios

Dispositivo concebido para limitar as sobretensões transitórias e dissipar as correntes de surto. Inclui pelo menos um componente não linear.

4.19 Serviço

Função desempenhada pelas redes internas da estrutura para satisfazer uma necessidade específica.

5. Explicação dos termos

5.1 Danos e perdas

A corrente do raio é a origem do dano. Consideramos:

- impactos numa estrutura,
- impactos num serviço ligado à estrutura.

5.2 Riscos e componentes de risco

Risco

O risco R é o valor de uma perda média anual provável.

O risco R é a soma das componentes de risco R_D e R_I .

Componentes de risco para uma estrutura devido a impactos na estrutura:

R_D : componente relacionado com danos físicos causados por uma faísca perigosa no interior da estrutura, resultando em incêndio ou destruição total ou parcial da estrutura.

Componentes de risco para uma estrutura devido a impactos numa instalação ligada à estrutura:

R_I : componente relacionado com danos físicos (incêndio ou destruição total ou parcial devido a uma faísca perigosa entre uma instalação exterior e as partes metálicas, geralmente localizadas no ponto de entrada da linha na estrutura) causados pela corrente de raio transmitida às instalações de entrada.

5.3 Composição dos componentes de risco relacionados com a estrutura

$$R = R_D + R_I$$

6. Avaliação de Riscos

6.1 Generalidades

O seguinte procedimento deve ser aplicado:

- Identificação da estrutura a proteger e das suas características, incluindo os meios de proteção existentes;
- Avaliação do risco (**R**);
- Avaliação da necessidade de proteção comparando o risco avaliado (**R**) com o risco tolerável (**R_T**).

6.2 Risco Tolerável **R_T**

R_T é igual a 10^{-5}

6.3 Procedimento para avaliar a necessidade de proteção

Para avaliar o risco **R**, devem ser seguidos os seguintes passos:

- Cálculo dos componentes de risco identificados **R_D** e **R_I**;
- Cálculo do risco total **R**;
- Identificação do risco tolerável **R_T**;
- Comparação do risco com o valor tolerável **R_T**.

Se **R** ≤ **R_T**, a proteção contra descargas atmosféricas não é necessária (se a estrutura já possuir proteção contra descargas atmosféricas, não é necessária proteção adicional).

Se **R** > **R_T**, devem ser tomadas medidas de proteção (para-raios e/ou dispositivos de proteção contra picos de tensão à entrada da instalação) para reduzir **R** ≤ **R_T** para todos os riscos a que a estrutura está exposta.

Se o risco **R** não puder ser reduzido abaixo do risco tolerável **R_T** utilizando o método simplificado, deverá ser aplicado o método completo descrito na norma NP EN IEC 62305-2.

Exemplos da aplicação do método são apresentados no Anexo D.

6.4 Medidas de proteção

As medidas de proteção só devem ser consideradas fiáveis se estiverem em conformidade com os requisitos das normas aplicáveis:

- As séries de normas NP EN IEC 62305 e NP 4426 para proteção contra danos físicos numa estrutura;

— As séries de normas NP EN IEC 61643-11 e NPEN IEC 61643-21 para proteção contra falhas em redes internas;

— As séries de normas das Regras Técnicas, NP EN IEC 62305-4 e IEC 61643-12, ou as séries de normas CLC/TS 51643-12 (atualmente em publicação) e CLC/TS 61643-22 para a instalação de para-raios.

7. Avaliação dos componentes de risco para as estruturas

7.1 Equação básica

Cada componente do risco R_D , R_I , pode ser expresso pela seguinte equação geral:

$$R_D = N_D P_D L_D \quad (2)$$

$$R_I = N_I P_I L_I \quad (3)$$

onde:

N_D ou N_I é o número de eventos perigosos (ver Anexo A),

P_D ou P_I é a probabilidade de dano após um evento perigoso (ver Anexo B) e L_D ou L_I é a perda resultante do dano (ver Anexo C).

NOTA 1 O número N_D ou I de eventos perigosos é afetado por: a densidade de raios (N_{SG}) e as características físicas do objeto a proteger, da sua envolvente e do solo.

NOTA 2 A probabilidade de dano P_D ou I é afetada por: as características do objeto a proteger e as medidas de proteção adotadas.

NOTA 3 A perda resultante L_D ou I é afetada por: a utilização prevista do objeto, a presença de pessoas, o tipo de serviço prestado ao público, o valor do bem afetado pelo dano e as medidas adotadas para limitar o valor da perda.

7.2 Síntese de componentes de risco numa estrutura

Os componentes de risco dentro das estruturas estão resumidos na Tabela 1.

O risco R é a soma do risco para os indivíduos (R_{L1}) e do risco para a estrutura (R_{L2}).

Tabela 1 – Componentes de risco dentro de uma estrutura

Tipo de perda	Impacto numa estrutura R_D	Impacto numa linha R_I
R_{L1} Risco humano	$R_{DL1} = N_D \times P_D \times L_{D1}$	$R_{IL1} = N_I \times P_I \times L_{I1}$
R_{L2} Risco estrutural	$R_{DL2} = N_D \times P_D \times L_{D2}$	$R_{IL2} = N_I \times P_I \times L_{I2}$

$$R_{L1} = R_{DL1} + R_{IL1} \text{ (risco humano)}$$

$$R_{L2} = R_{DL2} + R_{IL2} \text{ (risco estrutural)}$$

$$R_D = R_{DL1} + R_{DL2} \text{ (impacto numa estrutura)}$$

$$R_I = R_{IL1} + R_{IL2} \text{ (impacto numa linha)}$$

$$R = R_D + R_I = R_{L1} + R_{L2} = R_{DL1} + R_{IL1} + R_{DL2} + R_{IL2} \text{ (risco total)}$$

Anexo A (Informativo)

Avaliação do número anual N de eventos perigosos

A.1 Generalidades

A densidade de raios (N_{SG} , na sigla em inglês) é o número de raios por km^2 por ano.

A.2 Avaliação do número médio anual de impactos numa estrutura (N_D)

O N_D é dado pela seguinte fórmula:

$$N_D = N_{SG} A_d C_d 10^{-6}$$

Estruturas Retangulares

Para uma estrutura retangular isolada de comprimento L , largura W e altura H numa superfície plana, a área de exposição equivalente é igual a:

$$A_d = LW + 6H(L + W) + 9\pi(H^2)$$

L , W e H estão expressos em metros, representando as dimensões da estrutura.

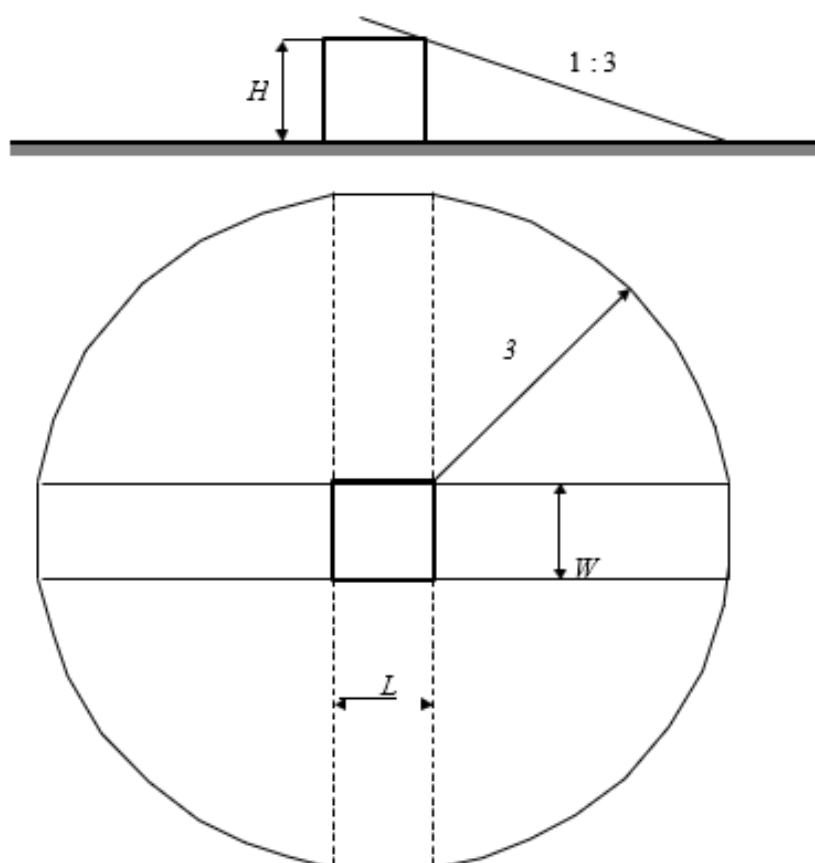


Figura A.1 – Área de exposição equivalente A_d de uma estrutura isolada

Estrutura com uma torre

Porto: Rua de S. Gens, 3717, 4460-817 Custóias | T: 229 570 000 | F: 229 530 594

Braga: Rua da Indústria Pav. 5, Lugar da Lage, Zona Industrial de Ougueiros 4760-485 V.N. Famalicão | T. + 351 252 103 444

Lisboa: Estrada Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Ed. D R/C, 1649-038 Lisboa | T: 214 717 250 | F: 214 717 252

info@iep.pt | www.iep.pt | formacao.iep.pt | inspecoesletricas.pt

Se a estrutura incluir uma torre, um valor aproximado aceitável para a área de superfície equivalente A_d é o maior entre o valor calculado sem a torre e $9\pi(H_p)^2$, onde H_p é a altura da torre.

Localização relativa da estrutura

A localização relativa da estrutura, que depende dos objetos circundantes ou da exposição da estrutura, é tida em conta por um fator de localização C_d (ver Tabela A. 1).

Tabela A.1 – Fator de localização C_d

Localização relativa	C_d
Estrutura rodeada por objetos mais altos	0,25
Estrutura rodeada por objetos ou árvores da mesma altura ou mais pequenos	0,5
Estrutura isolada: nenhum outro objeto próximo (num raio igual a $3 \cdot H$ ou $3H_p$, consoante o caso)	1
Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	2

A.3 Avaliação do número médio anual de impactos num serviço (N_i)

N_i é dado pela seguinte fórmula:

$$N_i = N_{SG} A_i 10^{-6}$$

Com:

A_i é a área equivalente de exposição aos raios na instalação (m²) (ver Tabela A. 2)

Tabela A.2 – Áreas de exposição equivalentes A_i em função das características da instalação

	Aéreo	Enterrado
A_i	40.000	12.000

onde

A área de superfície equivalente exposta por descargas atmosféricas em serviço (m²).

Anexo B (Informativo)

Avaliação da probabilidade de dano P numa estrutura

As probabilidades apresentadas neste apêndice são válidas apenas se as medidas de proteção estiverem em conformidade com as normas em vigor.

Probabilidade P_D de um impacto numa estrutura causar danos físicos

Tabela B.1 – Valores de P_D de acordo com as medidas de proteção

Características da estrutura	N_P	P_D
Estrutura não protegida por SPDA	-	1
Estrutura protegida por SPDA	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02

Probabilidade P_i de que um impacto num serviço resulte em danos físicos

A probabilidade de danos físicos (P_i) devido a um impacto numa entrada de serviço depende do para-raios instalado na entrada de serviço na estrutura para garantir a equipotencialidade com a fonte de alimentação principal (MPS).

Um descarregador de sobretensões do Tipo I, tal como definido pela norma NP EN IEC 61643-11, é obrigatório sempre que um para-raios é instalado. Existem algumas isenções, conforme especificado nas normas das Regras técnicas.

Tabela B.2 – Valor de probabilidade P_I em função dos níveis de proteção para os quais o protetor contra picos de tensão foi concebido.

N_P	P_I	$I_{imp\ mini}^*$
Sem descarregador de sobretensões na entrada do serviço	1	-
III - IV	0,05	12,5
II	0,02	20
I	0,01	25

NOTA: Um descarregador de sobretensões permite de reduzir o risco em função da corrente de raio que pode suportar e, portanto, com base no nível de proteção (SPDA) para o qual foi definido.

* : valor definido para uma rede trifásica + neutro

Anexo C (Informativo)

Avaliação da magnitude das perdas L numa estrutura

$$L_{D1} = L_{I1} = P_p \times r_f \times L$$

$$L_{D2} = L_{I2} = r_f \times L$$

O valor de r_f é apresentado na Tabela C. 1.

$$L = 5 \cdot 10^{-2}$$

$$P_p = t_s / 8\,760$$

O valor de r_f é apresentado na Tabela C. 1. Com t_s = tempo em horas por ano durante o qual as pessoas estão presentes na estrutura.

Quando o valor de t_s é desconhecido, $P_p = 1$

Tabela C.1 – Valores de r_f

Risco de incêndio	r_f
elevado	10^{-1}
médio	10^{-2}
baixo	10^{-3}

Anexo D (Informativo)

Exemplo de aplicação

D.1 Prédio com torre

Prédio com torre alimentado por uma linha subterrânea. * $N_{SG} = 1 \text{ impacto/ano/km}^2$

* Dimensões do edifício:

$C = 30 \text{ m}$

$L = 15 \text{ m}$

$A = 10 \text{ m}$ (a partir do nível do solo)

Altura da torre: 40 m (a partir do nível do solo)

Área de superfície equivalente calculada de acordo com o Apêndice A: $A_d = 45.238 \text{ m}^2$ (ver A.2)

* $C_d = 1$ (estrutura isolada) (ver Tabela A1)

Portanto: $N_D = 0,0452$ de acordo com a fórmula fornecida em A.2

* Uma linha enterrada conectada: $A_l = 12.000 \text{ m}^2$

* Portanto, $N_l = 0,012$ de acordo com a fórmula fornecida em A.3

* $r_f = 10^{-2}$ (risco de incêndio comum de acordo com a Tabela C1 no Apêndice C)

* t_s desconhecido, portanto $P_p = 1$

Várias etapas são então desenvolvidas para determinar a escolha apropriada de proteção contra raios, de modo que a relação apresentada em 2.3 seja satisfeita. Primeiro passo: nenhuma proteção contra impactos diretos ($P_D = 1$ de acordo com a Tabela B1 do Anexo B e $P_i = 1$ de acordo com a Tabela B2 do Anexo B)

Calculamos:

$R_{DL1} = N_D P_D L_{D1} = 2,3 \times 10^{-5}$ (equação 2), que é maior que o risco tolerável de 10^{-5}

$R_{DL2} = N_D P_D L_{D2} = 2,3 \times 10^{-5}$ (equação 2), que é maior que o risco tolerável de 10^{-5}

E $R_D = R_{DL1} + R_{DL2} = 4,5 \times 10^{-5}$, que é maior que o risco tolerável de 10^{-5}

$R_{IL1} = N_l P_l L_{l1} = 6 \times 10^{-6}$ (equação 3), que é menor que o risco tolerável de 10^{-5}

$R_{IL2} = N_l P_l L_{l2} = 6 \times 10^{-6}$ (equação 3), que é menor que o risco tolerável de 10^{-5} .

E $R_l = R_{IL1} + R_{IL2} = 1,2 \times 10^{-5}$, que é maior que o risco tolerável de 10^{-5} .

Isso leva a $R = 5,7 \times 10^{-5}$ (equação 1), que é maior que o risco tolerável de 10^{-5} . Portanto, a proteção (por para-raios, já que o risco de descarga atmosférica é maior que o risco tolerável) é necessária.

Segundo passo: tentamos instalar um para-raios do nível mais baixo, ou seja, nível de proteção IV. De acordo com as normas, um descarregador de sobretensões na entrada da instalação com o mesmo nível de proteção IV é então necessário. Isso resulta em um valor de P_D de 0,2 e um valor de P_l de

0,05, que, mantendo-se todas as outras condições iguais, resulta em um valor de R_D de $9,0 \times 10^{-6}$ e um valor de R_I de $6,0 \times 10^{-7}$, com um risco total $R = 9,7 \times 10^{-6}$, que é menor que o risco tolerável.

Conclusão: um para-raios de nível IV é necessário e suficiente para proteger este edifício contra descarregador de sobretensões de nível IV também será instalado na entrada da instalação na linha subterrânea conectada ($I_{imp} = 12,5$ kA para uma linha trifásica + neutro).



PORTO

Rua de S. Gens, 3717,
4460-817 Custóias
(+351) 229 570 000 / 15

BRAGA

Rua da Indústria Pav.5 Lugar da Lage,
Zona Industrial de Ougueiros,
4760-485, Fradelos - Vila Nova de Famalicão
(+351) 252 103 444

LISBOA

Estrada Paço do Lumiar,
Campus do Lumiar, Ed. D R/C, Sala 1080,
1649-038 Lisboa
(+351) 214 717 250 / 1

www.iep.pt