



## MEMORIAL DESCRITIVO

Revisão

Página

00

1 de 7

**TÍTULO: SPDA**

Memorial Descritivo pertinente ao SPDA do Novo Galpão do CESMA


**REFERENCIAL:**

2022-09-  
23\_CESMA\_PDA\_PE\_REV00.pdf

**Resp. Técnico: 1º Ten. QOBM/Compl. Gustavo Barreto**  
**Crea nº 21.345/D-DF**


### 1. REVISÕES

Revisão	Descrição	Data
00	Emissão Inicial	27/09/2022

	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>Revisão</b>	<b>Página</b>
		<b>00</b>	<b>2 de 7</b>
<b>TÍTULO: SPDA</b> Memorial Descritivo pertinente ao SPDA do Novo Galpão do CESMA		<b>REFERENCIAL:</b> 2022-09- 23_CESMA_PDA_PE_REV00.pdf	

## Índice

1. OBJETIVO.....	3
2. DADOS DO PROJETO.....	3
3. PARÂMETROS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO.....	3
4. CONFIGURAÇÃO DOS SUBSISTEMAS.....	4
4.1 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO.....	4
4.2 SUBSISTEMA DE DESCIDAS.....	4
4.3 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO.....	4
5. INSPEÇÕES.....	6
5.1 PERIODICIDADE.....	6
5.2 OBJETIVO.....	6
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	7

	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>Revisão</b>	<b>Página</b>
		<b>00</b>	<b>3 de 7</b>
<b>TÍTULO: SPDA</b> Memorial Descritivo pertinente ao SPDA do Novo Galpão do CESMA		<b>REFERENCIAL:</b> 2022-09- 23_CESMA_PDA_PE_REV00.pdf	

## 1. OBJETIVO


O presente memorial fixa as condições em que se desenvolverão a execução do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas da Edificação do novo Galpão do Centro de Suprimento e Material - CESMA. O projeto obedece às normas vigentes NBR 5419:2015 (Parte 01 a 04).

## 2. DADOS DO PROJETO

- Proprietário: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL - CBMDF
- CNPJ/CPF: **08.977.914/0001-19**
- Responsável Técnico: 1° Ten. QOBM/Compl. Gustavo Barreto
- CREA: 21.345/D-DF
- Endereço da obra: Setor Policial Sul - Lote 03, Brasília – DF - CESMA

## 3. PARÂMETROS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO

- Riscos calculados após aplicação da proteção contra raios:
  - R1 – Risco de perda de vida humana: Não aplicável.
  - R2 – Risco de perda de serviço público essencial: Não considerado.
  - R3 – Risco de perda de valor cultural: Não aplicável.
  - R4 – Risco de perda de valor econômico: Não considerado.
- Medidas de proteção aplicadas para redução do risco:
  - SPDA – Classe IV;
  - Equipotencialização da entrada da linha de energia, conforme projeto elétrico.
- A proteção considerada foi a de SPDA não natural.

	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>Revisão</b>	<b>Página</b>
		<b>00</b>	<b>4 de 7</b>
<b>TÍTULO: SPDA</b> Memorial Descritivo pertinente ao SPDA do Novo Galpão do CESMA		<b>REFERENCIAL:</b> 2022-09- 23_CESMA_PDA_PE_REV00.pdf	

## 4. CONFIGURAÇÃO DOS SUBSISTEMAS

### 4.1 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

- Método: malha com módulos de no máximo 20 x 20 metros e esfera rolante aplicada nos minis captore de 300mm.
- Condutor: Barra chata de alumínio, 70mm<sup>2</sup>, 7/8" x 1/8" x 3 mm.

### 4.2 SUBSISTEMA DE DESCIDAS

- Número de descidas: 8.
- Condutor: Barra chata de alumínio, 70mm<sup>2</sup>, 7/8" x 1/8" x 3 mm.
- Proteção mecânica: Foi considerado proteção mecânica nas descidas através de eletroduto de PVC Rígido de 1" polegada.
- Proteção contra choque: foram considerados nas áreas de fluxo maior de pessoas uma placa de advertência de 18x11cm para manter o afastamento em caso de tempestade. (Ver projeto de SPDA na prancha 02/02).

### 4.3 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O aterramento será através de cabo de cobre nu com seção de 50mm<sup>2</sup>, circundando o perímetro da edificação, enterrado a no mínimo 50cm de profundidade e afastado em aproximadamente de 1 metro das paredes ou das descidas.

Para o eletrodo de aterramento em anel, o raio médio  $r_e$  da área abrangida pelos eletrodos não pode ser inferior ao valor de  $l_1$ :

$$r_e \geq l_1$$

Onde  $l_1$  é representado na Figura 3 da NBR 5419:2015 de acordo com a classe do SPDA.



## MEMORIAL DESCRITIVO

Revisão

Página

00

5 de 7

### TÍTULO: SPDA

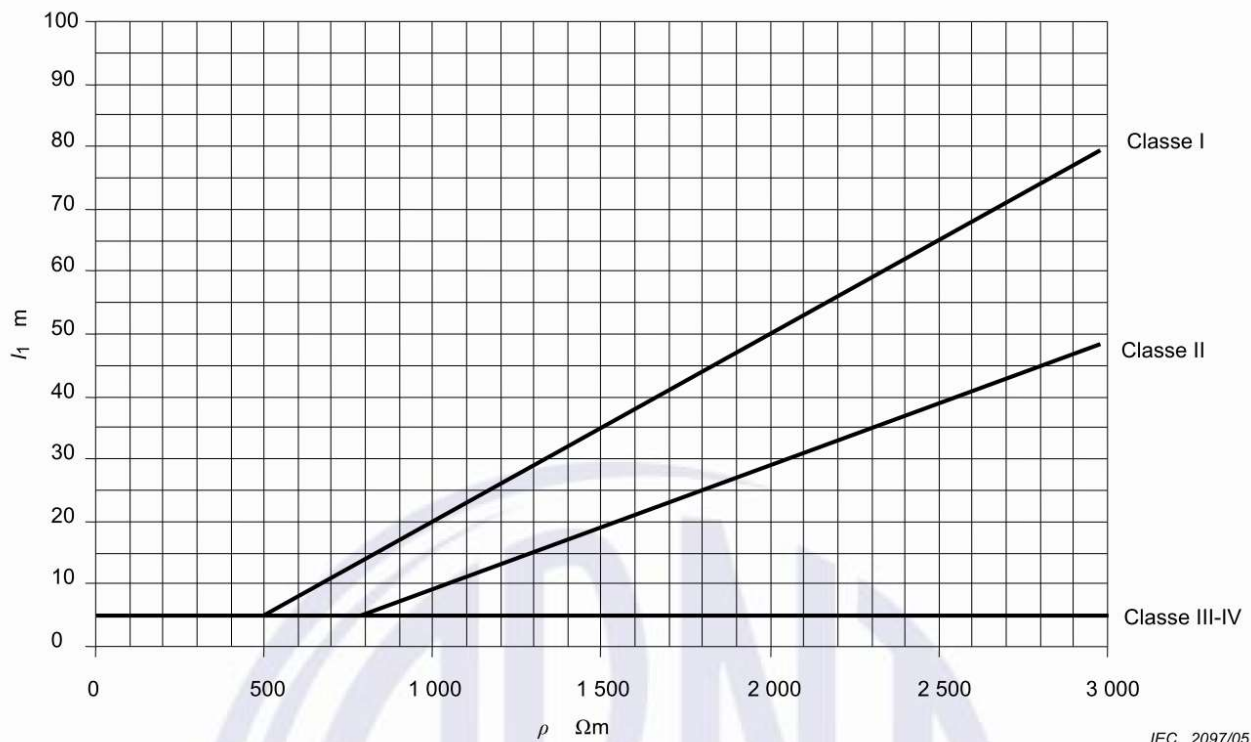
Memorial Descritivo pertinente ao SPDA do Novo Galpão do CESMA

### REFERENCIAL:

2022-09-  
23\_CESMA\_PDA\_PE\_REV00.pdf

O nível IV não depende da resistividade do solo para a determinação de  $l_1$ . Logo, para qualquer resistividade o valor do comprimento mínimo do raio médio é:

$$l_1 = 5 \text{ m}$$




	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>Revisão</b>	<b>Página</b>
		<b>00</b>	<b>6 de 7</b>
<b>TÍTULO: SPDA</b> Memorial Descritivo pertinente ao SPDA do Novo Galpão do CESMA		<b>REFERENCIAL:</b> 2022-09- 23_CESMA_PDA_PE_REV00.pdf	

Gráfico 1 – Comprimento mínimo do raio médio do aterramento de acordo com a classe do SPDA

(Figura 3 da NBR 5419/2015)

Área da malha de aterramento da Edificação = 741 m<sup>2</sup>

$$r_e = \sqrt{\frac{741}{\pi}}$$

	$r_e = 15,36 \text{ m}$	
--	-------------------------	--

Como o raio médio do aterramento é superior ao comprimento  $l_1$  (5 metros) do gráfico da figura 3 da NBR5419/2015, não haverá a necessidade de complementação do eletrodo de aterramento.

## 5. INSPEÇÕES

### 5.1 PERIODICIDADE


Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada semestralmente.

Inspeções completas, através de inspeção visual e medição de continuidade elétrica dos subsistemas de aterramento, devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos não superiores a 3 anos.

### 5.2 OBJETIVO

As inspeções visam a assegurar que:

- a) o SPDA está conforme o projeto;
- b) todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões e fixações estão firmes e livres de corrosão;
- c) todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original estão integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste.

	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>Revisão</b>	<b>Página</b>
		<b>00</b>	<b>7 de 7</b>
<b>TÍTULO: SPDA</b> Memorial Descritivo pertinente ao SPDA do Novo Galpão do CESMA		<b>REFERENCIAL:</b> 2022-09- 23_CESMA_PDA_PE_REV00.pdf	

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SPDA dimensionado atendeu todas as exigências estabelecidas pela NBR5419:2015 que prevê uma eficiência menor que 100%. Logo, existe a possibilidade da ocorrência de falha do sistema causando danos a estrutura e seu conteúdo.

Este documento é parte integrante do projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosférica que não poderá sofrer modificação sem o consentimento do projetista.

---

1° Ten. QOBM/Compl. Gustavo Barreto

Eng. Eletricista

Crea: 21.345/D-DF

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> cbmdf	

## Memorial de cálculo

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015

### Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
2.15 m	17.80 m	43.00 m

A área de exposição equivalente ( $A_d$ ) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_d = 1678.56 \text{ m}^2$$

### Dados do projeto

#### Classificação da estrutura

Nível de proteção: IV

#### Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra:  $5.32/\text{km}^2 \times \text{ano}$

#### Número de descidas

Quantidade de descidas (N), em decorrência do espaçamento médio dos condutores de descida e do nível de proteção.

Pavimento	Perímetro (m)	Espaçamento (m)	Número de descidas
Térreo	121.60	22.16	8
Cobertura	121.60	22.15	8

#### Seção das cordoalhas

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> cbmdf	

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Capto (mm <sup>2</sup> )	Descida (mm <sup>2</sup> )	Aterramento (mm <sup>2</sup> )
Cobre	-	-	50
Alumínio	70	70	-

### Definições padrão NBR 5419/2015 em referência ao nível de proteção

Com o nível de proteção definido, a NBR 5419/2015 apresenta as características do SPDA a serem adotadas no projeto:

Ângulo de proteção (método Franklin) = 73° a 66°

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 20 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 60 m

### Anéis de cintamento

Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura.

Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)
Térreo	0.00	-0.50
Cobertura	0.05	7.10

## Risco de perda de vida humana (R1) - Padrão

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

### Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	8.93x10 <sup>-3</sup> /ano

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1x10 <sup>-1</sup>
--	--------------------

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$2 \times 10^{-1}$

$Pa = Pta \times Pb$

$2 \times 10^{-2}$

### La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)

$1 \times 10^{-3}$

Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)

$1 \times 10^{-2}$

nz (Número de pessoas na zona considerada)

15

nt (Número total de pessoas na estrutura)

15

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

8760 h/ano

$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$

$1 \times 10^{-5}$

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 1.79 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

### Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

### Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

1

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$5.32 / \text{km}^2 \times \text{ano}$

$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$

$8.93 \times 10^{-3} / \text{ano}$

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$2 \times 10^{-1}$

### Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

1

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

0

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

1

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

$2 \times 10^{-2}$

nz (Número de pessoas na zona considerada)

15

nt (Número total de pessoas na estrutura)

15

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

8760 h/ano

$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$

0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 0 / \text{ano}$$

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

### Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
AI = 40 x LI	2200 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.32/km <sup>2</sup> x ano

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)		0.1
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld	5x10 <sup>-3</sup>	5x10 <sup>-3</sup>

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10 <sup>-3</sup>
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto cbmdf</b>	

nz (Número de pessoas na zona considerada)	15
nt (Número total de pessoas na estrutura)	15
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	$1 \times 10^{-5}$

$$Ru = Ru.E + Ru.T$$

$$Ru = [(NI.E + Ndj.E) \times Pu.E \times Lu] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pu.T \times Lu]$$

$$Ru = 2.93 \times 10^{-10} / \text{ano}$$

### Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
AI = 40 x LI	2200 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.93 \times 10^{-3} / \text{ano}$	$2.93 \times 10^{-3} / \text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

$N_{dj} = N_g \times Adj \times C_{dj} \times C_t \times 10^{-6}$       0/ano      0/ano  
 Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)      0.05

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$

**Linhas de energia (E)**

**Linhas de telecomunicações (T)**

1

1

1

1

$5 \times 10^{-2}$

$5 \times 10^{-2}$

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)      1

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)      0

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)      1

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)       $2 \times 10^{-2}$

nz (Número de pessoas na zona considerada)      15

nt (Número total de pessoas na estrutura)      15

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)      8760 h/ano

$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$       0

$$R_v = R_v.E + R_v.T$$

$$R_v = [(N_{l.E} + N_{d_j.E}) \times P_v.E \times L_v] + [(N_{l.T} + N_{d_j.T}) \times P_v.T \times L_v]$$

$$R_v = 0/\text{ano}$$

## Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_1 = R_a + R_b + R_u + R_v$$

$$R_1 = 2.08 \times 10^{-9}/\text{ano}$$

## Risco de perdas de serviço ao público (R2) - Padrão

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> cbmdf	

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

### **Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)**

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

#### **Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)**

Cd (Fator de localização)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	8.93x10 <sup>-3</sup> /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2x10 <sup>-1</sup>

#### **Lb (valores de perda na zona considerada)**

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	15
nt (Número total de pessoas na estrutura)	15
Lb = rp x rf x Lf x (nz/nt)	0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 0/\text{ano}$$

### **Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)**

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

#### **Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)**

Cd (Fator de localização)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

$$8.93 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

**Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)**

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Pc = 1 - [(1 - Pc.E) x (1 - Pc.T)]	9.75x10 <sup>-2</sup>	

**Lc (valores de perda na zona considerada)**

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	15
nt (Número total de pessoas na estrutura)	15
Lc = Lo x (nz/nt)	1x10 <sup>-2</sup>

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 8.71 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

**Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)**

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

**Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)**

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	837237.26 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	4.45/ano

**Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)**

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	$2 \times 10^{-1}$	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	2.5	2.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	$6.4 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-1}$
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$ , $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	$3.2 \times 10^{-4}$	$8 \times 10^{-3}$
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	$8.32 \times 10^{-3}$	

### Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-2}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	15
nt (Número total de pessoas na estrutura)	15
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	$1 \times 10^{-2}$

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 3.7 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

### Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

### Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
$Al = 40 \times LI$	2200 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.32/km <sup>2</sup> x ano

### NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.93 \times 10^{-3} / \text{ano}$	$2.93 \times 10^{-3} / \text{ano}$

### Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Linhas de Linhas de

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

	<b>energia (E)</b>	<b>telecomunicações (T)</b>
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

**Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)**

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>

**Lv (valores de perda na zona considerada)**

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	15
nt (Número total de pessoas na estrutura)	15
Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt)	0

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 0/\text{ano}$$

### **Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)**

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
AI = 40 x LI	2200 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.32/km <sup>2</sup> x ano

**NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)**

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano

**Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)**

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano

**Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)**

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Pld x Cld	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>

**Lw (valores de perda na zona considerada)**

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	15
nt (Número total de pessoas na estrutura)	15
Lw = Lo x (nz/nt)	1x10 <sup>-2</sup>

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 2.93x10^{-6}/ano$$

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

### Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
Ai = 4000 x LI	220000 m <sup>2</sup>	220000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.32/km <sup>2</sup> x ano

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.93x10 <sup>-1</sup> /ano	2.93x10 <sup>-1</sup> /ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	1.5x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	15
nt (Número total de pessoas na estrutura)	15
Lz = Lo x (nz/nt)	1x10 <sup>-2</sup>

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> cbmdf	

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 7.31 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

## Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R2 = 4.55 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

## Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão

Os resultados para risco de perda de patrimônio cultural levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e em uma linha conectada à estrutura.

### Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

#### Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	8.93x10 <sup>-3</sup> /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2x10 <sup>-1</sup>

#### Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	100000
Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct)	0

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> cbmdf	

$$R_b = N_d \times P_b \times L_b$$

$$R_b = 0/\text{ano}$$

### Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
AI = 40 x LI	2200 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.32/km <sup>2</sup> x ano

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

**Linhas de**

**Linhas de telecomunicações**

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)

energia (E)	(T)
1	1
1	1
$5 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$

### Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	100000
$L_v = r_p \times r_f \times L_f \times (c_z/c_t)$	0

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(N_{I.E} + N_{d_j.E}) \times P_{v.E} \times L_v] + [(N_{I.T} + N_{d_j.T}) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 0/\text{ano}$$

### Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_3 = R_b + R_v$$

$$R_3 = 0/\text{ano}$$

## Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão

Os resultados para o risco de perda de valor econômico levam em consideração a avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação das componentes de risco R4 devem ser feitas no sentido de avaliar tais custos.

### Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

#### Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	8.93x10 <sup>-3</sup> /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2x10 <sup>-1</sup>

#### Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	1x10 <sup>5</sup>
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	2x10 <sup>5</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	4x10 <sup>4</sup>
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	3.4x10 <sup>5</sup>
Lb = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 0/\text{ano}$$

#### Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

#### Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	8.93x10 <sup>-3</sup> /ano

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> <b>cbmdf</b>	

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)]	9.75x10 <sup>-2</sup>	

### Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-4</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	4x10 <sup>4</sup>
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	3.4x10 <sup>5</sup>
Lc = Lo x (cs/CT)	1.18x10 <sup>-5</sup>

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 1.02 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

### Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

### Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	837237.26 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	4.45/ano

### Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	2x10 <sup>-1</sup>	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	2.5	2.5

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto cbmdf</b>	

Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4x10 <sup>-1</sup>	4x10 <sup>-1</sup>
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) <sup>2</sup>	6.4x10 <sup>-3</sup>	1.6x10 <sup>-1</sup>
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	3.2x10 <sup>-4</sup>	8x10 <sup>-3</sup>
Pm = 1 - [(1 - Pm.E) x (1 - Pm.T)]	8.32x10 <sup>-3</sup>	
<b>Lm (valores de perda na zona considerada)</b>		
Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)		1x10 <sup>-4</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)		4x10 <sup>4</sup>
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)		3.4x10 <sup>5</sup>
Lm = Lo x (cs/CT)		1.18x10 <sup>-5</sup>

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 4.36 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

### Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
AI = 40 x LI	2200 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.32/km <sup>2</sup> x ano

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
--	------------------------------	---------------------------------------

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto cbmdf</b>	

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>

**Linhas de energia (E)**

**Linhas de telecomunicações (T)**

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	1x10 <sup>5</sup>
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	2x10 <sup>5</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	4x10 <sup>4</sup>
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	3.4x10 <sup>5</sup>
Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	0

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 0/\text{ano}$$

**Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)**

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto cbmdf</b>	

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
AI = 40 x LI	2200 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.32/km <sup>2</sup> x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano	2.93x10 <sup>-3</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Pld x Cld	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-4</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	4x10 <sup>4</sup>
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	3.4x10 <sup>5</sup>
Lw = Lo x (cs/CT)	1.18x10 <sup>-5</sup>

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b>	
	<b>cbmdf</b>	

$$Rw = 3.44 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

### Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

#### Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	55 m	55 m
Ai = 4000 x LI	220000 m <sup>2</sup>	220000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.32/km <sup>2</sup> x ano

#### Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.5	0.5
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.93x10 <sup>-1</sup> /ano	2.93x10 <sup>-1</sup> /ano

#### Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	1.5x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>

#### Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-4</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	4x10 <sup>4</sup>
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	3.4x10 <sup>5</sup>
Lz = Lo x (cs/CT)	1.18x10 <sup>-5</sup>

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> cbmdf	

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 8.61 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

#### **Resultado de R4**

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R4 = 5.36 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

### **Avaliação do custo de perdas do valor econômico - Padrão**

#### **Resultado das perdas de valor econômico**

As perdas de valor econômico são afetadas diretamente pelas características de cada tipo de perda da zona. O custo total de perdas da estrutura (CT) é o somatório dos valores estabelecidos para cada tipo de perda da estrutura e quando multiplicado pelo risco (R4) obtêm-se o custo anual de perdas (CL).

#### **Custo total de perdas (ct)**

O custo total de perdas (ct) é a somatória dos valores de perdas na zona, compreendendo o valor dos animais na zona (ca), o valor da edificação relevante à zona (cb), o valor do conteúdo da zona (cc) e o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona (cs). O seu valor calculado é monetário.

$$ct = ca + cb + cc + cs$$

$$ct = 0,34 \times 10^6$$

#### **Custo total de perdas da estrutura (CT)**

O custo total de perdas da estrutura (CT) é a somatória dos valores de perdas de todas as zonas da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CT = ct(z1) + \dots + ct(zn)$$

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> cbmdf	

$$CT = 0,34 \times 10^6$$

### **Custo anual de perdas (CL)**

O custo anual de perdas (CL) é a multiplicação entre o custo total de perdas (CT) e o risco (R4), na qual contribui para análise do risco econômico total da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0 \times 10^3$$

## **Avaliação final do risco - Estrutura**

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

Zona	R1	R2	R3	R4
Estrutura	$0.00021 \times 10^{-5}$	$0.455 \times 10^{-3}$	0	$0.00054 \times 10^{-3}$

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

### **R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)**

$$R1 = 0.00021 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-5}$

### **R2: risco de perdas de serviço ao público**

$$R2 = 0.455 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-3}$

### **R3: risco de perdas de patrimônio cultural**

$$R3 = 0 / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-4}$

### **R4: risco de perda de valor econômico**

	<b>CBMDF</b>	
	<b>Gustavo Barreto</b> cbmdf	

$$R4 = 0.00054 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

**CT: custo total de perdas de valor econômico da estrutura (valores em \$)**

$$CT = 0,34 \times 10^6$$

**CL: custo anual de perdas (valores em \$)**

$$CL = 0 \times 10^3$$