

Este Caderno de Especificações fará parte integrante do Contrato, valendo como se fosse nele efetivamente transcrito.

| REVISÃO | DATA       | EVENTO:        |
|---------|------------|----------------|
| 00      | 08/01/2021 | EMIÇÃO INICIAL |
|         |            |                |
|         |            |                |
|         |            |                |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO<br/>FEDERAL</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO LOGÍSTICA<br/>E FINANCEIRA</b></p> <p><b>DIRETORIA DE MATERIAIS E SERVIÇOS</b></p> <p><b>CENTRO DE OBRAS E MANUTENÇÃO PREDIAL</b></p> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

OBJETO:

**REFORMA DO 16º GRUPAMENTO DE BOMBEIRO MILITAR - GAMA**

TÍTULO DO DOCUMENTO:

**GERENCIAMENTO DE RISCO – SPDA**

ÓRGÃO RESPONSÁVEL:

**CENTRO DE OBRAS E MANUTENÇÃO PREDIAL - COMAP**

COMANDANTE DO COMAP:

**ISAAC DA SILVA BARBOSAMIRANDA – Ten-Cel QOBM/Comb.**

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

**BRUNO FERREIRA SOARES – 1º TEN QOBM/COMPL.**

**MATRÍCULA: 1899118 – CREA: 24.445/D-GO**

COLABORADORES:



## SUMÁRIO

|     |                                                                                                        |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | MEMORIAL DE CÁLCULO.....                                                                               | 5  |
| 2   | DADOS DA EDIFICAÇÃO .....                                                                              | 5  |
| 3   | DADOS DO PROJETO.....                                                                                  | 5  |
| 3.1 | CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA.....                                                                        | 5  |
| 3.2 | DENSIDADE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....                                                               | 5  |
| 3.3 | NÚMERO DE DESCIDAS .....                                                                               | 5  |
| 3.4 | SEÇÃO DAS CORDOALHAS .....                                                                             | 6  |
| 4   | RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA (R1) - PADRÃO .....                                                      | 6  |
| 4.1 | COMPONENTE RA (RISCO DE FERIMENTOS A SERES VIVOS<br>CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) .....          | 6  |
| 4.2 | COMPONENTE RB (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA<br>CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) .....        | 7  |
| 4.3 | COMPONENTE RC (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS<br>CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) .....       | 8  |
| 4.4 | COMPONENTE RM (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS<br>CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA ESTRUTURA) ..... | 9  |
| 4.5 | COMPONENTE RU (RISCO DE FERIMENTOS A SERES VIVOS<br>CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) .....    | 10 |
| 4.6 | COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA<br>CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) .....  | 11 |
| 4.7 | COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS<br>CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) ..... | 13 |
| 4.8 | COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS<br>CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA) .....     | 14 |
| 4.9 | RESULTADO DE R1.....                                                                                   | 15 |
| 5   | RISCO DE PERDAS DE SERVIÇO AO PÚBLICO (R2) - PADRÃO.....                                               | 15 |



|     |                                                                                               |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 | COMPONENTE RB (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA)        | 16 |
| 5.2 | COMPONENTE RC (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA)       | 16 |
| 5.3 | COMPONENTE RM (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA ESTRUTURA) | 17 |
| 5.4 | COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)  | 18 |
| 5.5 | COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) | 20 |
| 5.6 | COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA)     | 21 |
| 5.7 | RESULTADO DE R2                                                                               | 22 |
| 6   | RISCO DE PERDAS DE PATRIMÔNIO CULTURAL (R3) - PADRÃO                                          | 22 |
| 6.1 | COMPONENTE RB (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA)        | 23 |
| 6.2 | COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)  | 23 |
| 6.3 | RESULTADO DE R3                                                                               | 25 |
| 7   | RISCO DE PERDA DE VALORES ECONÔMICOS (R4) - PADRÃO                                            | 25 |
| 7.1 | COMPONENTE RB (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA)        | 25 |
| 7.2 | COMPONENTE RC (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA)       | 26 |
| 7.3 | COMPONENTE RM (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA ESTRUTURA) | 27 |
| 7.4 | COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)  | 28 |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|     |                                                                                                     |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.5 | COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) ..... | 29 |
| 7.6 | COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA) .....     | 30 |
| 7.7 | RESULTADO DE R4.....                                                                                | 32 |
| 8   | AVALIAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS DO VALOR ECONÔMICO - PADRÃO.....                                       | 32 |
| 8.1 | RESULTADO DAS PERDAS DE VALOR ECONÔMICO .....                                                       | 32 |
| 8.2 | CUSTO TOTAL DE PERDAS (CT) .....                                                                    | 32 |
| 8.3 | CUSTO TOTAL DE PERDAS DA ESTRUTURA (CT).....                                                        | 32 |
| 8.4 | CUSTO ANUAL DE PERDAS (CL) .....                                                                    | 33 |
| 9   | AVALIAÇÃO FINAL DO RISCO - ESTRUTURA.....                                                           | 33 |



## 1 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 referente à reforma do 16º Grupamento de Bombeiro Militar, situado na SNO EQ 1/2 no Setor do Gama - Brasília - Distrito Federal.

## 2 DADOS DA EDIFICAÇÃO

| Altura (m) | Largura (m) | Comprimento (m) |
|------------|-------------|-----------------|
| 8,20 m     | 52,96 m     | 54,74 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.

$$A_d = 6838.76 \text{ m}^2$$

## 3 DADOS DO PROJETO

### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA

Nível de proteção: IV

### 3.2 DENSIDADE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: 5,32/km<sup>2</sup> x ano

### 3.3 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 |
|---------------|---------------|-----------------|--------------------|
| PE-00-GARAGEM | 159.00        | 20.11           | 12                 |



|                 |        |       |   |
|-----------------|--------|-------|---|
| PE-03-COBERTURA | 139.70 | 20.11 | 8 |
|-----------------|--------|-------|---|

### 3.4 SEÇÃO DAS CORDOALHAS

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

| Material | Captor (mm <sup>2</sup> ) | Descida (mm <sup>2</sup> ) | Aterramento (mm <sup>2</sup> ) |
|----------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Cobre    | 35                        | 35                         | 50                             |

### 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) = 79° a 66°

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

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 60 m

## 4 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.

### 4.1 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)                             | $5 \times 10^{-1}$                   |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | $5.32/\text{km}^2 \times \text{ano}$ |
| $Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$          | $1.82 \times 10^{-2}/\text{ano}$     |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



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) | $1 \times 10^{-2}$ |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)                                                 | $2 \times 10^{-1}$ |
| Pa = Pta x Pb                                                                                                        | $2 \times 10^{-3}$ |

La (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                      |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)                             | $1 \times 10^{-2}$ |
| 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)                                                           | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                            | 50                 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)                            | 8760 h/ano         |
| La = rt x Lt x (nz/nt) x (tz/8760)                                                                   | $9 \times 10^{-5}$ |

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

$$Ra = 3.27 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

## **4.2 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)                                            | $5 \times 10^{-1}$                     |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)                | $5.32 / \text{km}^2 \times \text{ano}$ |
| Nd = Ng x Ad x Cd x $10^{-6}$                                        | $1.82 \times 10^{-2} / \text{ano}$     |
| 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) | $5 \times 10^{-1}$ |
| 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                     | $1 \times 10^{-2}$ |



|                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| evento perigoso)                                                          |            |
| nz (Número de pessoas na zona considerada)                                | 45         |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                 | 50         |
| 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          |

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

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

### **4.3 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)                             | $5 \times 10^{-1}$                   |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | $5.32/\text{km}^2 \times \text{ano}$ |
| $Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$          | $1.82 \times 10^{-2}/\text{ano}$     |

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) | $5 \times 10^{-2}$           | 1                                     |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)           | 1                            | 0                                     |
| $Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$ , $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$                           | $5 \times 10^{-2}$           | 0                                     |
| $Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$                                             | $5 \times 10^{-2}$           |                                       |

Lc (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                         |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | $1 \times 10^{-3}$ |
| nz (Número de pessoas na zona considerada)                                                              | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                               | 50                 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)                               | 8760 h/ano         |
| $Lc = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$                                                               | $9 \times 10^{-4}$ |





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

$$Rc = 8.19 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

#### 4.4 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) | 868181.77 m <sup>2</sup>   |
| Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>                                                | 4.62/ano                   |

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

|                                                                                                 | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)           | 5x10 <sup>-2</sup>    | 1                              |
| 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)                                  | 1x10 <sup>-2</sup>    | 1x10 <sup>-2</sup>             |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)                       | 4                     | 2.5                            |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)                              | 2.5x10 <sup>-1</sup>  | 4x10 <sup>-1</sup>             |
| Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) <sup>2</sup>                                                      | 6.25x10 <sup>-6</sup> | 1.6x10 <sup>-5</sup>           |
| Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T                                                    | 3.13x10 <sup>-7</sup> | 1.6x10 <sup>-5</sup>           |
| Pm = 1 - [(1 - Pm.E) x (1 - Pm.T)]                                                              | 1.63x10 <sup>-5</sup> |                                |

Lm (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                   |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido | 1x10 <sup>-3</sup> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                                           |                    |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| a um evento perigoso)                                                     |                    |
| nz (Número de pessoas na zona considerada)                                | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                 | 50                 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano         |
| $Lm = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$                                 | $9 \times 10^{-4}$ |

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

$$Rm = 6.78 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

#### **4.5 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.

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)                    | 1000 m                       | 1000 m                                |
| Al = 40 x LI                                          | 40000 m <sup>2</sup>         | 40000 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)                                             | 0.1                                | 0.1                                   |
| $NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$ | $1.06 \times 10^{-2} / \text{ano}$ | $1.06 \times 10^{-2} / \text{ano}$    |

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)                                                                                           | 0.5                          | 0.5                                   |
| $Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$                                                                                   | 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) | 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)



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                                                                                                 | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência $R_s$ da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso $U_w$ do equipamento) | 1                     | 1                              |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)                                                     | 1                     | 0                              |
| $P_u = P_{tu} \times P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$                                                                        | $5 \times 10^{-2}$    | 0                              |

Lu (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                      |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)                             | $1 \times 10^{-2}$ |
| 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)                                                           | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                            | 50                 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)                            | 8760 h/ano         |
| $Lu = r_t \times L_t \times (n_z / n_t) \times (t_z / 8760)$                                         | $9 \times 10^{-5}$ |

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

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

$$Ru = 4.79 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

#### 4.6 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)

|                                                       | Linhas de energia (E)                  | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|
| LI (Comprimento da seção de linha)                    | 1000 m                                 | 1000 m                         |
| $Al = 40 \times LI$                                   | 40000 m <sup>2</sup>                   | 40000 m <sup>2</sup>           |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | $5.32 / \text{km}^2 \times \text{ano}$ |                                |

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

|                                   | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5                   | 0.5                            |
| Ct (Fator do tipo de linha)       | 1                     | 1                              |
| Ce (Fator ambiental)              | 0.1                   | 0.1                            |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                                  |                           |                           |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| $NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$ | $1.06 \times 10^{-2}/ano$ | $1.06 \times 10^{-2}/ano$ |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|                                                                       | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)            | 0 m²                  | 0 m²                           |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)                     | 0.5                   | 0.5                            |
| $Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$             | 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)

|                                                                                                                           | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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                     | 0                              |
| $Pv = Peb \times Pld \times Cld$                                                                                          | $5 \times 10^{-2}$    | 0                              |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                       |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | $5 \times 10^{-1}$ |
| 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)    | $1 \times 10^{-2}$ |
| nz (Número de pessoas na zona considerada)                                                            | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                             | 50                 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)                             | 8760 h/ano         |
| $Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$                               | 0                  |

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

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

$$Rv = 0/ano$$



#### 4.7 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)

|                                                       | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| LI (Comprimento da seção de linha)                    | 1000 m                     | 1000 m                         |
| Al = 40 x LI                                          | 40000 m <sup>2</sup>       | 40000 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)

|                                                | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Ci (Fator de instalação da linha)              | 0.5                        | 0.5                            |
| Ct (Fator do tipo de linha)                    | 1                          | 1                              |
| Ce (Fator ambiental)                           | 0.1                        | 0.1                            |
| NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup> | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano     |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|                                                            | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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)          | 0.5                   | 0.5                            |
| 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)

|                                                                                                                           | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)                                     | 5x10 <sup>-2</sup>    | 1                              |
| 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                     | 0                              |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                   |                    |   |
|-----------------------------------|--------------------|---|
| $Pw = Pspd \times Pld \times Cld$ | $5 \times 10^{-2}$ | 0 |
|-----------------------------------|--------------------|---|

Lw (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                         |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | $1 \times 10^{-3}$ |
| nz (Número de pessoas na zona considerada)                                                              | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                               | 50                 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)                               | 8760 h/ano         |
| $Lw = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$                                                               | $9 \times 10^{-4}$ |

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

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

$$Rw = 4.79 \times 10^{-7} \text{ ano}$$

#### **4.8 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)                    | 1000 m                       | 1000 m                                |
| $Ai = 4000 \times LI$                                 | 4000000 m <sup>2</sup>       | 4000000 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)                                             | 0.1                          | 0.1                                   |
| $Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$ | 1.06/ano                     | 1.06/ano                              |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



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

|                                                                                                                                                             | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)                                                                       | $5 \times 10^{-2}$    | 1                              |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 0.16                  | 0.2                            |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)                                                                   | 1                     | 0                              |
| $Pz = Pspd \times Pli \times Cli$                                                                                                                           | $8 \times 10^{-3}$    | 0                              |

Lz (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                         |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | $1 \times 10^{-3}$ |
| nz (Número de pessoas na zona considerada)                                                              | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                               | 50                 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)                               | 8760 h/ano         |
| $Lz = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$                                                               | $9 \times 10^{-4}$ |

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

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

$$Rz = 7.66 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

## 4.9 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.

$$R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz$$

$$R1 = 9.08 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

## 5 RISCO DE PERDAS DE SERVIÇO AO PÚBLICO (R2) - PADRÃO

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.



## 5.1 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)                                            | $5 \times 10^{-1}$                   |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)                | $5.32/\text{km}^2 \times \text{ano}$ |
| $Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$                         | $1.82 \times 10^{-2}/\text{ano}$     |
| 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) | $5 \times 10^{-1}$ |
| 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)    | $1 \times 10^{-1}$ |
| nz (Número de pessoas na zona considerada)                                                            | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                             | 50                 |
| $Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$                                                          | 0                  |

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

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

## 5.2 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) | $5 \times 10^{-1}$ |
|---------------------------|--------------------|





**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                       |                            |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|
| 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>                  | 1.82x10 <sup>-2</sup> /ano |

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

|                                                                                       | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10 <sup>-2</sup>    | 1                              |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)           | 1                     | 0                              |
| Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T                                          | 5x10 <sup>-2</sup>    | 0                              |
| Pc = 1 - [(1 - Pc.E) x (1 - Pc.T)]                                                    | 5x10 <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)                                                              | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                               | 50                 |
| Lc = Lo x (nz/nt)                                                                                       | 9x10 <sup>-3</sup> |

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

$$Rc = 8.19 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

### **5.3 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) | 868181.77 m <sup>2</sup>   |
| Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>                                                | 4.62/ano                   |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



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

|                                                                                                 | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)           | $5 \times 10^{-2}$    | 1                              |
| 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)                                  | $1 \times 10^{-2}$    | $1 \times 10^{-2}$             |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)                       | 4                     | 2.5                            |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)                              | $2.5 \times 10^{-1}$  | $4 \times 10^{-1}$             |
| $Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$                                                | $6.25 \times 10^{-6}$ | $1.6 \times 10^{-5}$           |
| $Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$ , $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$                                     | $3.13 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-5}$           |
| $Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$                                                       | $1.63 \times 10^{-5}$ |                                |

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)                                                              | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                               | 50                 |
| $Lm = Lo \times (nz/nt)$                                                                                | $9 \times 10^{-3}$ |

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

$$Rm = 6.78 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

#### 5.4 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)

|                                    | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| LI (Comprimento da seção de linha) | 1000 m                | 1000 m                         |
| $Al = 40 \times LI$                | 40000 m <sup>2</sup>  | 40000 m <sup>2</sup>           |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                       |                            |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|
| 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)

|                                                | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Ci (Fator de instalação da linha)              | 0.5                        | 0.5                            |
| Ct (Fator do tipo de linha)                    | 1                          | 1                              |
| Ce (Fator ambiental)                           | 0.1                        | 0.1                            |
| NI = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup> | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano     |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|                                                                       | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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)                     | 0.5                   | 0.5                            |
| 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 energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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                     | 0                              |
| Pv = Peb x Pld x Cld                                                                                                      | 5x10 <sup>-2</sup>    | 0                              |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                       |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10 <sup>-1</sup> |
| 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)                                                            | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                             | 50                 |
| Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt)                                                                           | 0                  |

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

$$R_v = [(NI.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(NI.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

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



## 5.5 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)

|                                                       | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| LI (Comprimento da seção de linha)                    | 1000 m                     | 1000 m                         |
| Al = 40 x LI                                          | 40000 m <sup>2</sup>       | 40000 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)

|                                                | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Ci (Fator de instalação da linha)              | 0.5                        | 0.5                            |
| Ct (Fator do tipo de linha)                    | 1                          | 1                              |
| Ce (Fator ambiental)                           | 0.1                        | 0.1                            |
| NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup> | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano     |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|                                                            | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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)          | 0.5                   | 0.5                            |
| 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)

|                                                                                                              | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)                        | 5x10 <sup>-2</sup>    | 1                              |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do | 1                     | 1                              |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                                             |                    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|---|
| equipamento)                                                                |                    |   |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1                  | 0 |
| $Pw = Pspd \times Pld \times Cld$                                           | $5 \times 10^{-2}$ | 0 |

Lw (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)                                                              | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                               | 50                 |
| $Lw = Lo \times (nz/nt)$                                                                                | $9 \times 10^{-3}$ |

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

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

$$Rw = 4.79 \times 10^{-6}/ano$$

## 5.6 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)

|                                                       | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| LI (Comprimento da seção de linha)                    | 1000 m                     | 1000 m                         |
| $Ai = 4000 \times LI$                                 | 4000000 m <sup>2</sup>     | 4000000 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)

|                                                                  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Ci (Fator de instalação da linha)                                | 0.5                   | 0.5                            |
| Ct (Fator do tipo de linha)                                      | 1                     | 1                              |
| Ce (Fator ambiental)                                             | 0.1                   | 0.1                            |
| $Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$ | 1.06/ano              | 1.06/ano                       |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



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

|                                                                                                                                                             | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)                                                                       | $5 \times 10^{-2}$    | 1                              |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 0.16                  | 0.2                            |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)                                                                   | 1                     | 0                              |
| $Pz = Pspd \times Pli \times Cli$                                                                                                                           | $8 \times 10^{-3}$    | 0                              |

Lz (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)                                                              | 45                 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura)                                                               | 50                 |
| $Lz = Lo \times (nz/nt)$                                                                                | $9 \times 10^{-3}$ |

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

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

$$Rz = 7.66 \times 10^{-5}/ano$$

## 5.7 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.

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

$$R2 = 9.03 \times 10^{-5}/ano$$

## 6 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.



## 6.1 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)                                            | $5 \times 10^{-1}$                   |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)                | $5.32/\text{km}^2 \times \text{ano}$ |
| $Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$                         | $1.82 \times 10^{-2}/\text{ano}$     |
| 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) | $5 \times 10^{-1}$ |
| 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\$)                                          | 1000000            |
| $Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$                                                          | 0                  |

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

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

## 6.2 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)

|                                    | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| LI (Comprimento da seção de linha) | 1000 m                | 1000 m                         |
| $Al = 40 \times LI$                | 40000 m <sup>2</sup>  | 40000 m <sup>2</sup>           |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                       |                            |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|
| 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)

|                                                | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Ci (Fator de instalação da linha)              | 0.5                        | 0.5                            |
| Ct (Fator do tipo de linha)                    | 1                          | 1                              |
| Ce (Fator ambiental)                           | 0.1                        | 0.1                            |
| NI = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup> | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano     |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|                                                                       | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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)                     | 0.5                   | 0.5                            |
| 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 energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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                     | 0                              |
| Pv = Peb x Pld x Cld                                                                                                      | 5x10 <sup>-2</sup>    | 0                              |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                       |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10 <sup>-1</sup> |
| 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\$)                                          | 1000000            |
| Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct)                                                                           | 0                  |

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

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

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





### 6.3 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.

$$R3 = Rb + Rv$$

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

## 7 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.

### 7.1 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)                                            | $5 \times 10^{-1}$                   |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)                | $5.32/\text{km}^2 \times \text{ano}$ |
| $Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$                         | $1.82 \times 10^{-2}/\text{ano}$     |
| 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)          | $5 \times 10^{-1}$ |
| 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) | $1 \times 10^{-1}$ |
| ca (Valor dos animais na zona) (R\$)                                                                           | 0                  |
| cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)                                                                | 0                  |
| cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)                                                                           | 0                  |



|                                                                          |   |
|--------------------------------------------------------------------------|---|
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$) | 0 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)        | 0 |
| $Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$                  | 0 |

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

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

## 7.2 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)                             | $5 \times 10^{-1}$                   |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | $5.32/\text{km}^2 \times \text{ano}$ |
| $Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$          | $1.82 \times 10^{-2}/\text{ano}$     |

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

|                                                                                       | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | $5 \times 10^{-2}$    | 1                              |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)           | 1                     | 0                              |
| $Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$ , $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$                           | $5 \times 10^{-2}$    | 0                              |
| $Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$                                             | $5 \times 10^{-2}$    |                                |

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) | $1 \times 10^{-4}$ |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)                                                     | 0                  |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)                                                            | 0                  |
| $Lc = Lo \times (cs/CT)$                                                                                                     | $1 \times 10^{-4}$ |

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

$$Rc = 9.09 \times 10^{-8}/\text{ano}$$



### 7.3 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) | 868181.77 m <sup>2</sup>   |
| Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>                                                | 4.62/ano                   |

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

|                                                                                                 | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)           | 5x10 <sup>-2</sup>    | 1                              |
| 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)                                  | 1x10 <sup>-2</sup>    | 1x10 <sup>-2</sup>             |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)                       | 4                     | 2.5                            |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)                              | 2.5x10 <sup>-1</sup>  | 4x10 <sup>-1</sup>             |
| Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) <sup>2</sup>                                                      | 6.25x10 <sup>-6</sup> | 1.6x10 <sup>-5</sup>           |
| Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T                                                    | 3.13x10 <sup>-7</sup> | 1.6x10 <sup>-5</sup>           |
| Pm = 1 - [(1 - Pm.E) x (1 - Pm.T)]                                                              | 1.63x10 <sup>-5</sup> |                                |

Lm (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\$)                                                     | 0                  |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)                                                            | 0                  |
| Lm = Lo x (cs/CT)                                                                                                            | 1x10 <sup>-4</sup> |



$$R_m = N_m \times P_m \times L_m$$

$$R_m = 7.53 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

#### 7.4 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)

|                                                       | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| LI (Comprimento da seção de linha)                    | 1000 m                     | 1000 m                         |
| Al = 40 x LI                                          | 40000 m <sup>2</sup>       | 40000 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)

|                                                | Linhas de energia (E)      | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Ci (Fator de instalação da linha)              | 0.5                        | 0.5                            |
| Ct (Fator do tipo de linha)                    | 1                          | 1                              |
| Ce (Fator ambiental)                           | 0.1                        | 0.1                            |
| NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup> | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano | 1.06x10 <sup>-2</sup> /ano     |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|                                                                       | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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)                     | 0.5                   | 0.5                            |
| 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 energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| PId (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1                     | 1                              |



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                                             |                    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|---|
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1                  | 0 |
| $P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$                                  | $5 \times 10^{-2}$ | 0 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|                                                                                                                |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)          | $5 \times 10^{-1}$ |
| 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) | $1 \times 10^{-1}$ |
| ca (Valor dos animais na zona) (R\$)                                                                           | 0                  |
| cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)                                                                | 0                  |
| cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)                                                                           | 0                  |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)                                       | 0                  |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)                                              | 0                  |
| $L_v = r_p \times r_f \times L_f \times ((ca + cb + cc + cs) / CT)$                                            | 0                  |

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

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

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

## 7.5 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)

|                                                       | Linhas de energia (E)                | Linhas de telecomunicações (T) |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| LI (Comprimento da seção de linha)                    | 1000 m                               | 1000 m                         |
| $Al = 40 \times LI$                                   | 40000 m <sup>2</sup>                 | 40000 m <sup>2</sup>           |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | $5.32/\text{km}^2 \times \text{ano}$ |                                |

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

|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|--|-----------------------|--------------------------------|
|--|-----------------------|--------------------------------|



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



|                                                                  |                           |                           |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Ci (Fator de instalação da linha)                                | 0.5                       | 0.5                       |
| Ct (Fator do tipo de linha)                                      | 1                         | 1                         |
| Ce (Fator ambiental)                                             | 0.1                       | 0.1                       |
| $NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$ | $1.06 \times 10^{-2}/ano$ | $1.06 \times 10^{-2}/ano$ |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|                                                            | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 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)          | 0.5                   | 0.5                            |
| $Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$  | 0/ano                 | 0/ano                          |

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

|                                                                                                                           | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)                                     | $5 \times 10^{-2}$    | 1                              |
| 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                     | 0                              |
| $Pw = Pspd \times Pld \times Cld$                                                                                         | $5 \times 10^{-2}$    | 0                              |

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) | $1 \times 10^{-4}$ |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)                                                     | 0                  |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)                                                            | 0                  |
| $Lw = Lo \times (cs/CT)$                                                                                                     | $1 \times 10^{-4}$ |

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

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

$$Rw = 5.32 \times 10^{-8}/ano$$

## 7.6 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



**Governo do Distrito Federal**  
**Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**  
**Departamento de Administração Logística e Financeira**  
**Diretoria de Materiais e Serviços**  
**Centro de Obras e Manutenção Predial**



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)                    | 1000 m                       | 1000 m                                |
| Ai = 4000 x LI                                        | 4000000 m <sup>2</sup>       | 4000000 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)                           | 0.1                          | 0.1                                   |
| Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup> | 1.06/ano                     | 1.06/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>           | 1                                     |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 0.16                         | 0.2                                   |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)                                                                 | 1                            | 0                                     |
| Pz = Pspd x Pli x Cli                                                                                                                                       | 8x10 <sup>-3</sup>           | 0                                     |

**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\$)                                                     | 0                  |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)                                                            | 0                  |
| Lz = Lo x (cs/CT)                                                                                                            | 1x10 <sup>-4</sup> |

$$R_z = R_z.E + R_z.T$$

$$R_z = (N_i.E \times P_z.E \times L_z) + (N_i.T \times P_z.T \times L_z)$$



$$R_z = 8.51 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

## 7.7 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.

$$R_4 = R_b + R_c + R_m + R_v + R_w + R_z$$

$$R_4 = 1 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

## 8 AVALIAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS DO VALOR ECONÔMICO - PADRÃO

### 8.1 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).

### 8.2 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.

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

$$ct = 0$$

### 8.3 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.

$$CT = ct(z_1) + \dots ct(z_n)$$

$$CT = 0$$





## 8.4 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.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0$$

## 9 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 | $0.90765 \times 10^{-5}$ | $0.09 \times 10^{-3}$ | 0  | $0.001 \times 10^{-3}$ |

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 0.90765 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Status: O risco encontra-se dentro dos parâmetros normativos segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-5}$

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

$$R2 = 0.09 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

Status: O risco encontra-se dentro dos parâmetros normativos segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-3}$

### R3: risco de perdas de patrimônio cultural

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



**Governo do Distrito Federal  
Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal  
Departamento de Administração Logística e Financeira  
Diretoria de Materiais e Serviços  
Centro de Obras e Manutenção Predial**



Status: O risco encontra-se dentro dos parâmetros normativos segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-4}$

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

$$R4 = 0.001 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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

$$CT = 0$$

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

$$CL = 0$$

Brasília, 08 de janeiro de 2021.

**BRUNO FERREIRA SOARES – 1º Ten QOBM/Compl.  
Engenheiro Eletricista – CREA: 2445/D-GO  
Matrícula 1400139**