

**ENGENHEIRO ELETRICISTA ELSON PATRÍCIO DE FREITAS PEREIRA  
CREA – 85214D**

**PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS  
ATMOSFÉRICAS  
GERENCIAMENTO DE RISCO**

**BELO HORIZONTE 2023**

## ÍNDICE

### Sumário

ÍNDICE .....	2
<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMAS E REFERÊNCIAS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>3</b>
<b>4. PARÂMETROS E SIMULAÇÕES .....</b>	<b>3</b>
4.1. DENSIDADE DE DESCARGAS PARA A TERRA NA REGIÃO: .....	3
4.2. PARÂMETROS DAS ESTRUTURAS (L x W x H): .....	4
4.3. DEFINIÇÃO DE ZONAS PROTEGIDAS: .....	6
4.4. PROBABILIDADE DE DANOS: .....	7
4.4.1. PROBABILIDADE PA DE FERIMENTOS A SERES VIVOS: .....	7
4.4.2. PROBABILIDADE PB DE UMA DESCARGA ATMOSFERICA EM UMA ESTRUTURA CAUSAR DANOS FISICOS: .....	7
4.4.3. PROBABILIDADE PC DE FALHAS EM SISTEMAS INTERNOS: .....	8
4.4.4. PROBABILIDADE PM DE UMA DESCARGA ATMOSFERICA PERTO DE UMA ESTRUTURA CAUSAR FALHAS EM SISTEMAS INTERNOS: .....	8
4.4.5. Probabilidade PU de uma descarga atmosférica em um linha causar fereimento a seres vivos por choque elétrico .....	8
4.4.6. Probabilidade PV de uma descarga atmosférica em um linha causar danos fisicos .....	9
4.4.7. Probabilidade PW de uma descarga atmosférica em um linha causar falha de sistema interno .....	10
4.4.8. Probabilidade PZ de uma descarga atmosférica perto da linha que entra na estrutura causar falha dos sistemas internos .....	10
4.5. RISCO DE PERDA HUMANA .....	10
4.6. RISCO DE PERDA DE VALOR ECONÔMICO .....	13
5 CONCLUSÃO: .....	15
6 ANEXO .....	16

## 1. OBJETIVO

O objetivo deste relatório é apresentar o Gerenciamento de Risco da estrutura do Edifício MedCenter devido a Descargas Atmosféricas, conforme a Norma BR 5419 de 2015 parte 2-GERENCIAMENTO DE RISCO situado rua dos Otoni, 909 cidade de Belo Horizonte-MG.

## 2. NORMAS E REFERÊNCIAS

Documentos e Normas técnicas de referência para o projeto:

- ABNT NBR 5419:2015 - Proteção contra Descargas Atmosféricas;
- LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA
- [ELAT - Grupo de Eletricidade Atmosférica \(inpe.br\)](http://inpe.br)

## 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para o desenvolvimento do estudo foram considerados fatores, tais como, a altura das estruturas, bem como suas localizações, determinando assim as áreas protegidas.

É importante ressaltar que nenhum sistema pode assegurar proteção absoluta, tendo como objetivo reduzir de forma significativa os riscos de danos às pessoas e instalações.

## 4. PARÂMETROS E SIMULAÇÕES

### 4.1. DENSIDADE DE DESCARGAS PARA A TERRA NA REGIÃO:

Pelo link [ELAT - Grupo de Eletricidade Atmosférica \(inpe.br\)](http://inpe.br) a densidade de Descarga Amapa para a cidade de Belo Horizonte/MG:

$$N_G = \frac{6,01187 \text{descargas}}{\text{km}^2 * \text{ano}}$$

Concentração de raios na cidade X  
 Cidade/UF: Belo Horizonte / MG  
 Densidade de descargas: 6,011860974735  
 por km<sup>2</sup>/ano  
 Ranking densidade nacional: 1200  
 Ranking densidade estadual: 65

$$N_D = N_G * A_D * C_D * 10^{-6}$$

Onde:

$N_G$  é Densidade de descargas para a terra na região;

$A_D$  é a Área de exposição equivalente;

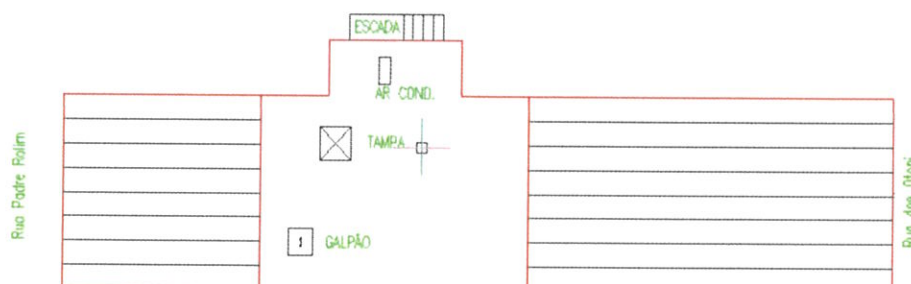
$C_D$  é o fator de localização, segundo Tabela abaixo:

Tabela A.1 – Fator de localização da estrutura  $C_D$

Localização relativa	$C_D$
Estrutura cercada por objetos mais altos	0,25
Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
Estrutura isolada: nenhum outro objeto nas vizinhanças	1
Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	2

#### 4.2. PARÂMETROS DAS ESTRUTURAS (L x W x H):

- Edifício MedCenter: 10 x 40 x 90 m;



L=Largura;  
W=Comprimento;  
H=Altura.

Área de exposição equivalente (AD):

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

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

- Edifício MedCenter:  $A_D = 228906 \text{ m}^2$

$$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$$

Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura então será:

$$N_D = 6,011861 \times 256306 \times 0,5 \times 10^{-6} = 0,688075$$

$$N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$$

$$A_L = 40 \times L_L$$

$L_L$ =Trecho do cabo de alimentação enterrado igual a 30 metros

$$A_L = 40 \times 30 = 1200 \text{ m}^2$$

Tabela A.2 – Fator de instalação da linha  $C_I$

Roteamento	$C_I$
Aéreo	1
Enterrado	0,5
Cabos enterrados instalados completamente dentro de uma malha de aterramento (ABNT NBR 5419-4:2015, 5.2).	0,01

Tabela A.3 – Fator tipo de linha  $C_T$

Instalação	$C_T$
Linha de energia em BT, telecomunicação ou dados	1
Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)	0,2

Tabela A.4 – Fator ambiental da linha  $C_E$

Ambiente	$C_E$
Rural	1
Suburbano	0,5
Urbano	0,1
Urbano com edifícios mais altos que 20 m.	0,01

$$N_L = 6,011861 \times 1200 \times 0,5 \times 0,01 \times 0,2 \times 10^{-6} = 7,214 \times 10^{-6}$$

$$N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$$

$$A_L = 4000 \times L_L$$

$$A_L = 4000 \times 30 = 120000 \text{ m}^2$$

$$N_I = 6,011861 \times 120000 \times 0,5 \times 0,01 \times 0,2 \times 10^{-6} = 7,214 \times 10^{-4}$$

$$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$$

$$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$$

$$A_M = 2 \times 500 \times (10 + 40) + \pi \times 500^2 = 50000 + 785000 = 835000$$

$$N_M = 6,011861 \times 835000 \times 10^{-6} = 5,019903$$

#### 4.3. DEFINIÇÃO DE ZONAS PROTEGIDAS:

As zonas principais foram definidas conforme a seguir:

- Z1 (fora da Edificação)
- Z2 (dentro da Edificação)

Para a Zona Z1, é considerado que, no momento dos surtos, nenhuma pessoa estará fora da Edificação. Logo, o risco  $R_A$  de choque em pessoas nesta zona pode ser desconsiderado, sendo levada em conta apenas a Zona Z2.

Dentro da edificação, foi considerado:

- A estrutura é um volume único e as possíveis perdas são consideradas, em média, equivalentes em todos os seus pontos;
- Foi implementado um SPDA de classe IV, com blindagens espaciais conforme NBR 5419- 3.

No topo das edificações é implantada uma rede, sendo lançados cabos vertical e horizontalmente dentro do anel de modo que a grade média entre cabos seja de no máximo 20 x 20 m.

#### 4.4. PROBABILIDADE DE DANOS:

Conforme os termos da norma e instalação dos Sistemas de Proteção, devem ser prevenidos danos tanto a seres vivos (D1) quanto aos sistemas eletroeletrônicos da edificação (D3).

##### 4.4.1. PROBABILIDADE PA DE FERIMENTOS A SERES VIVOS:

A probabilidade de choque elétrico a seres vivos é obtida por:

$$P_A = P_{TA} \times P_B$$

Onde  $P_{TA}$  é definido conforme Tabela abaixo:

**Tabela B.1 – Valores de probabilidade  $P_{TA}$  de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo perigosas**

Medida de proteção adicional	$P_{TA}$
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos de alerta	$10^{-1}$
Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)	$10^{-2}$
Equipotencialização efetiva do solo	$10^{-2}$
Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida	0

e  $P_B$ , conforme a Tabela a seguir:

##### 4.4.2. PROBABILIDADE $P_B$ DE UMA DESCARGA ATMOSFERICA EM UMA ESTRUTURA CAUSAR DANOS FISICOS:

**Tabela B.2 – Valores de probabilidade  $P_B$  dependendo das medidas de proteção para reduzir danos físicos**

Características da estrutura	Classe do SPDA	$P_B$
Estrutura não protegida por SPDA	–	1
	IV	0,2
Estrutura protegida por SPDA	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Estrutura com subsistema de captação conforme SPDA classe I e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descida natural		0,01
Estrutura com cobertura metálica e um subsistema de captação, possivelmente incluindo componentes naturais, com proteção completa de qualquer instalação na cobertura contra descargas diretas e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descidas natural		0,001

Portanto:

$$P_A = 10^{-2} \times 0,2$$

$$P_A = 0,2 \times 10^{-2}$$

#### 4.4.3. PROBABILIDADE PC DE FALHAS EM SISTEMAS INTERNOS:

A probabilidade de choque a seres vivos devido a uma falha nos sistemas internos é obtida por:

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

Tabela B.3 – Valores de probabilidade de  $P_{SPD}$  em função do NP para o qual os DPS foram projetados

NP	$P_{SPD}$
Nenhum sistema de DPS coordenado	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 2	0,005 – 0,001

Tabela B.4 – Valores dos fatores  $C_{LD}$  e  $C_{LI}$  dependendo das condições de blindagem aterramento e isolamento

Tipo de linha externa	Conexão na entrada	$C_{LD}$	$C_{LI}$
Linha aérea não blindada	Indefnida	1	1
Linha enterrada não blindada	Indefnida	1	1
Linha de energia com neutro multiterrado	Nenhuma	1	0,2
Linha enterrada blindada (energia ou telecomunicações)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,3
Linha aérea blindada (energia ou telecomunicações)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,1
Linha enterrada blindada (energia ou telecomunicações)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0

$$P_C = 0,05 \times 1 = 0,05$$

#### 4.4.4. PROBABILIDADE PM DE UMA DESCARGA ATMOSFERICA PERTO DE UMA ESTRUTURA CAUSAR FALHAS EM SISTEMAS INTERNOS:

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

Quando equipamento provido com interfaces isolantes consistindo em transformadores de isolamento com grade aterrada entre enrolamentos, ou cabos de fibra óptica ou acoplamento óptico for utilizado,  $P_{MS} = 0$  deve ser assumido.

$$P_M = 0,05 \times 0 = 0$$

#### 4.4.5. Probabilidade PU de uma descarga atmosférica em um linha causar ferimento a seres vivos por choque elétrico

$$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$$



Os valores podem ser vistos nas tabelas abaixo:

Tabela B.6 – Valores da probabilidade  $P_{TU}$  de uma descarga em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas

Medida de proteção	$P_{TU}$
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos visíveis de alerta	$10^{-1}$
Isolação elétrica	$10^{-2}$
Restrições físicas	0

Tabela B.7 – Valor da probabilidade  $P_{EB}$  em função do NP para o qual os DPS foram projetados

NP	$P_{EB}$
Sem DPS	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 3	0,005 – 0,001

Tabela B.8 – Valores da probabilidade  $P_{LD}$  dependendo da resistência  $R_S$  da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso  $U_W$  do equipamento

Tipo da linha	Condições do roteamento, blindagem e interligação	Tensão suportável $U_W$ em kV					
		1	1,5	2,5	4	6	
Linhas de energia ou telecomunicações	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	1	1	1	1	1	
	Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	$5 \Omega/\text{km} < R_S \leq 20 \Omega/\text{km}$	1	1	0,95	0,9	0,8
		$1 \Omega/\text{km} < R_S \leq 5 \Omega/\text{km}$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
	$R_S \leq 1 \Omega/\text{km}$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02	

$$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

$$P_U = 1 \times 0,05 \times 0,6 \times 1 = 0,03$$

#### 4.4.6. Probabilidade PV de uma descarga atmosférica em um linha causar danos físicos

$$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

$$P_V = 0,05 \times 0,6 \times 1 = 0,03$$

**4.4.7. Probabilidade PW de uma descarga atmosférica em um linha causar falha de sistema interno**

$$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

$$P_W = 0,05 \times 0,6 \times 1 = 0,03$$

**4.4.8. Probabilidade PZ de uma descarga atmosférica perto da linha que entra na estrutura causar falha dos sistemas internos**

$$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$$

Tabela B.9 – Valores da probabilidade  $P_{LI}$  dependendo do tipo da linha e da tensão suportável de impulso  $U_W$  dos equipamentos

Tipo da linha	Tensão suportável $U_W$ em kV				
	1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Linhas de TLC	1	0,5	0,2	0,08	0,04

$$P_Z = 0,05 \times 0,3 \times 1 = 0,015$$

**4.5. RISCO DE PERDA HUMANA**

$$R_1 = R_A + R_B + R_U + R_V$$

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A$$

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

$$L_A = R_T \times L_T \times \frac{n_z}{n_T} \times \frac{T_Z}{8760}$$

Tabela C.3 – Fator de redução  $\eta_1$  em função do tipo da superfície do solo ou piso

Tipo de superfície <sup>1</sup>	Resistência de contato k $\Omega^2$ <sup>2</sup>	$\eta_1$
Agricultura, concreto	$\leq 1$	$10^{-2}$
Mármora, cerâmica	1 – 10	$10^{-3}$
Cascalho, tapete, carpete	10 – 100	$10^{-4}$
Asfalto, linóleo, madeira	$\geq 100$	$10^{-5}$

<sup>1</sup> Valores medidos entre um eletrodo de 400 cm<sup>2</sup> comprimido com uma força uniforme de 500 N e um ponto considerado no infinito.  
<sup>2</sup> Uma camada de material isolante, por exemplo, asfalto de 5 cm de espessura (ou uma camada de cascalho de 15 cm de espessura), geralmente reduz o perigo a um nível tolerável.

Tabela C.2 – Tipo de perda L1: Valores médios típicos de  $L_T$ ,  $L_F$  e  $L_O$

Tipos de danos	Valor de perda típico	Tipo da estrutura
D1 ferimentos	$L_T$	$10^{-2}$ Todos os tipos
D2 danos físicos	$L_F$	$10^{-1}$ Risco de explosão
		$10^{-1}$ Hospital, hotel, escola, edifício cívico
		$5 \times 10^{-2}$ Entretenimento público, igreja, museu
		$2 \times 10^{-2}$ Industrial, comercial
		$10^{-2}$ Outros
D3 falhas de sistemas internos	$L_O$	$10^{-1}$ Risco de explosão
		$10^{-2}$ Unidade de terapia intensiva e bloco cirúrgico de hospital
		$10^{-3}$ Outras partes de hospital

$n_z$  é o número de pessoas na zona

$$n_z = 1000$$

$n_t$  é o número total de pessoas na Estrutura

$$n_T = 1000$$

$t_z$  é o tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona (h/ano)

$$t_z = (14 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times 12 \text{ meses}) + (4 \text{ horas} \times 6 \text{ dias} \times 12 \text{ meses}) = 3984$$

$$\frac{n_z}{n_T} \times \frac{T_z}{8760} = 0,4548$$

$$L_A = 10^{-3} \times 10^{-2} \times 0,4548 = 0,4548 \times 10^{-5}$$

$$R_A = 0,688075 \times 0,2 \times 10^{-2} \times 0,4548 \times 10^{-5} = 0,06258 \times 10^{-7}$$

$$L_B = R_P \times R_F \times H_Z \times L_F \times \frac{n_z}{n_T} \times \frac{T_z}{8760}$$

Tabela C.4 – Fator de redução  $r_p$  em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio

Providências	$r_p$
Nenhuma providência	1
Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	0,5
Uma das seguintes providências: instalações fixas operadas automaticamente, instalações de alarme automático <sup>a</sup>	0,2

<sup>a</sup> Somente se protegidas contra sobretensões e outros danos e se os bombeiros puderem chegar em menos de 10 min.

Tabela C.5 – Fator de redução  $r_f$  em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura

Risco	Quantidade de risco	$r_f$
Explosão	Zonas 0, 20 e explosivos sólidos	1
	Zonas 1, 21	$10^{-1}$
	Zonas 2, 22	$10^{-3}$
Incêndio	Alto	$10^{-1}$
	Normal	$10^{-2}$
	Baixo	$10^{-3}$
Explosão ou incêndio	Nenhum	0

Tabela C.6 – Fator  $h_z$  aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial

Tipo de perigo especial	$h_z$
Sem perigo especial	1
Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	2
Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	5
Dificuldade de evacuação (por exemplo, estrutura com pessoas imobilizadas, hospitais)	5
Alto nível de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes maior que 1 000 pessoas)	10

$$L_B = 0,5 \times 10^{-3} \times 5 \times 2 \times 10^{-2} \times 0,4548 = 2,274 \times 10^{-5}$$

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

$$R_B = 0,688085 \times 0,2 \times 2,274 \times 10^{-5} = 0,3129 \times 10^{-5}$$

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$$

$$N_{DJ} = 0 \text{ (sendo desprezado)}$$

$$L_U = L_A = 0,4548 \times 10^{-5}$$

$$R_U = (7,214 \times 10^{-6} + 0) \times 0,03 \times 0,4548 \times 10^{-5} = 1,9686 \times 10^{-11}$$

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$$

$$N_{DJ} = 0 \text{ (sendo desprezado)}$$

$$L_V = L_B = 2,274x10^{-5}$$

$$R_V = (7,214x10^{-6} + 0)x0,6x2,274x10^{-5} = 0,49214 x10^{-11}$$

$$R_1 = R_A + R_B + R_U + R_V$$

$$R_1 = 0,0006258x10^{-5} + 0,31294x10^{-5} + 0,00000009843x10^{-5} + 0,00000049215 x10^{-5}$$

$$R_1 = 0,313566x10^{-5}$$

Conforme tabela 4 da NBR 5419 abaixo o valor R1 está abaixo do risco tolerável para perda de vida humana ou ferimentos permanentes L1 e portanto o SPDA é tolerável.

$$R_1 \leq R_T$$

Tabela 4 – Valores típicos de risco tolerável  $R_T$

Tipo de perda		$R_T (y^{-1})$
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	$10^{-5}$
L2	Perda de serviço ao público	$10^{-3}$
L3	Perda de patrimônio cultural	$10^{-4}$

#### 4.6. RISCO DE PERDA DE VALOR ECONÔMICO

$$R_4 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

$$L_B = L_V = R_P x R_F x L_F$$

Tabela C.12 – Tipo de perda L4: valores médios típicos de  $L_T$ ,  $L_F$  e  $L_O$

Tipo de danos	Valor de perda típico	Tipo de estrutura
D1 ferimento devido a choque	$L_T$ $10^{-2}$	Todos os tipos onde somente animais estão presentes
D2 danos físicos	$L_F$	1 Risco de explosão
		0.5 Hospital, industrial, museu, agricultura
		0.2 Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
		$10^{-1}$ Outros
D3 falha de sistemas internos	$L_O$	$10^{-1}$ Risco de explosão
		$10^{-2}$ Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial
		$10^{-3}$ Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
		$10^{-4}$ Outros

$$L_B = L_V = 0,5x10^{-3}x0,2 = 0,1x10^{-3}$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O = 10^{-2}$$

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

$$R_B = 0,688075 \times 0,2 \times 0,1 \times 10^{-3} = 0,0137615 \times 10^{-3}$$

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C$$

$$R_C = 0,688075 \times 0,05 \times 10^{-2} = 0,3440375 \times 10^{-3}$$

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M$$

$$R_M = 5,019903 \times 0 \times 10^{-2} = 0$$

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$$

$$N_{DJ} = 0 \text{ (sendo desprezado)}$$

$$R_V = (7,214 \times 10^{-6} + 0) \times 0,6 \times 0,1 \times 10^{-3} = 0,0000004384 \times 10^{-3}$$

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$$

$$R_W = (7,214 \times 10^{-6} + 0) \times 0,03 \times 10^{-2} = 0,000002164 \times 10^{-3}$$

$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$$

$$R_Z = 7,214 \times 10^{-4} \times 0,015 \times 10^{-2} = 0,000108 \times 10^{-3}$$

$$L_C = L_M = L_Z = L_O \times \frac{n_z}{n_T} \times \frac{T_Z}{8760}$$

$$R_1 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_1 = 0,0137615x10^{-3} + 0,3440375x10^{-3} + 0 + 0,0000004384x10^{-3} \\ + 0,0000021642x10^{-3} + 0,000108x10^{-3}$$

$$R_1 = 0,35784810x10^{-3}$$

Como não temos os dados para fazer o custo/benefício o valor representativo de risco tolerável será  $R_T = 10^{-3}$ . Como o valor  $R_1$  está abaixo do risco tolerável para perda econômica então o SPDA é Tolerável.

$$R_1 \leq R_T$$

## 5 CONCLUSÃO:

Conforme demonstrado no presente documento, as proteções contra descargas atmosféricas, com SPDA classe IV será eficiente e adequado às áreas a que se destinam, de acordo com a NBR 5419 de 2015 e deve ser instalado o DPS na alimentação no quadro Geral e no quadro de telecomunicação geral.

Características do SPDA classe IV

- Máximo afastamento dos condutores da malha de SPDA: 20 x 20 m;
- Distâncias máximas entre condutores de descida: 20 m, preferencialmente em cada canto saliente da estrutura;
- Distância entre elementos de fixação dos condutores do SPDA: 1,0 m
- Área da seção mínima dos cabos de cobre 35 mm<sup>2</sup> ou aço cobreado de 70 mm<sup>2</sup>

Belo Horizonte, 21 de julho de 2023

Avaliador: Engenheiro Eletricista - Elson Patrício - CREA: 85214D

Rubrica: \_\_\_\_\_

## 6 ANEXO

Os valores abaixo mostram o calculos feitos no Software Tupã, aonde pode ser visto a coerência dos resultados para o SPDA classe IV que tornam o risco tolerável para perdas humanas e perdas economicas.

Projeto:	<b>Edifício MedCenter</b>
<b>Dimensões da estrutura</b>	
<b>Zona:</b>	Interno
Área de exposição equivalente $A_D$ [m <sup>2</sup> ]	229022
<b>Influências ambientais</b>	
Localização ( $c_D$ ):	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
Frequência de descarga para terra $N_G$ [1/km <sup>2</sup> /ano]:	6,011861427
Tipo de solo:	Mármore, Cerâmico
Tipo de estrutura:	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
Risco de incêndio ( $r_f$ ):	Incêndio Baixo ou explosão (zonas 2,22)
Perigo especial ( $h_z$ ):	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
Número de pessoas na zona:	1000
Serviços conectados:	
Largura da blindagem ou distância entre as descidas $w_1$ [m]	20
Largura da blindagem ou distância entre as descidas $w_2$ [m]	20
<b>Medidas de proteção</b>	
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):	Classe do SPDA IV
Meios para restringir as consequências de incêndio ( $r_p$ ):	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo
Contra tensão de toque ou passo na estrutura ( $P_{TA}$ ):	Nenhuma medida de proteção
Contra tensão de toque ou passo na linha ( $P_{TA}$ ):	Nenhuma medida de proteção

### Atributos da linha conectada:



### Linha de energia

Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	2,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS ( $P_{SPD}$ ):	III-IV
Modo de instalação da linha ( $C_i$ ):	Enterrado

### Linha de telecomunicação

Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS ( $P_{SPD}$ ):	III-IV
Modo de instalação da linha ( $C_i$ ):	Enterrado

### Resultado

<b>Perda de vida humana <math>R_1</math></b>	<b>3,7572E-06</b>
<b>Avaliação de risco:</b>	<b>tolerável</b>
<b>Perda econômica <math>R_4</math></b>	<b>3,5464E-04</b>
<b>Avaliação de risco:</b>	<b>tolerável</b>
Projeto avaliado por:	EPFP
Data da avaliação:	21/07/2023
Total:	
<b>Perda de vida humana <math>R_1</math></b>	<b>3,7572E-06</b>
<b>Perda econômica <math>R_4</math></b>	<b>3,5464E-04</b>