

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	3
2.	OBJETIVO.....	3
3.	RELAÇÃO DE DESENHOS	3
4.	PROJETO DE SPDA (Sistema de Prevenção de Descargas Atmosfericas	3
4.1.	Normas Técnicas Aplicadas	3
4.2.	Características Gerais e quantidade de formatos	4
4.3.	Considerações gerais.....	4
4.3.1.	Alterações de Projeto	6
4.4.	Projeto SPDA	6
4.4.1.	Gerenciamento de Risco	6
4.4.1.1.	<u>GR - GALPÃO</u>	6
4.4.1.2	<u>GR CRECHE</u>	14

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial descritivo refere-se ao projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas para a UMEI BOM DESTINO, localizada na Rua das Mangueiras, Bom Destino – CEP 33060-190 – Santa Luzia – Minas Gerais

O projeto foi baseado nas Normas Brasileiras (ABNT), bem como as recomendações dos fabricantes dos equipamentos empregados.

2. OBJETIVO

O presente memorial tem como objetivo descrever as soluções adotadas para as instalações de sistema de proteção contra descargas atmosféricas apresentadas em projeto, assim como especificar os materiais e boas práticas de execução em obra.

3. RELAÇÃO DE DESENHOS

Os desenhos que compõem o projeto das instalações elétricas da edificação, seguem listados abaixo:

PREF SANTA LUZIA_UMEI BOM DESTINO_SPDA_R1_01

PREF SANTA LUZIA_ UMEI BOM DETINO _SPDA_R1_02

PREF SANTA LUZIA_UMEI BOM DESTINO_SPDA_R1_03

4. PROJETO DE SPDA

4.1. Normas Técnicas Aplicadas

Para o desenvolvimento do referido projeto foram observadas as normas, códigos, e recomendações das entidades a seguir relacionadas:

- NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.



Todas as estruturas metálicas existentes na cobertura da edificação (antenas, escadas, chaminés, placas solares, etc) deverão ser interligadas ao ponto mais próximo do sistema de captação, para equalização de potencial e escoamento de uma possível descarga.

Os terminais aéreos de captação devem ser instalados espaçados de 6,75 metros. Estes terminais diminuirão a probabilidade da malha captora ser danificada nos pontos de impacto.

O Eletrodo de aterramento deve ser instalado a no mínimo 0,50 m de profundidade e a 1,0 m da parede.

A resistência máxima de aterramento será a que for medida/ encontrada.

Não são permitidas emendas em cabos de descida, exceto o conector de ensaio.

As hastes de aterramento deverão ser do tipo: alta camada de cobre, com espessura mínima de 254 microns, 5/8" de diâmetro e comprimento de 2,5 metros.

Os condutores a serem instalados, acima das plastibandas e do telhado serão barras de alumínio 70mm² – 7/8' x 1/8' e deverão ser fixados com espaçamento máximo de 1 metro.

Classificação da Edificação de acordo com NBR5419 – Gerenciamento de Risco – nível II.

Em todos os furos feitos nas telhas e plastibandas, deverão ser aplicadas massas de vedação tipo SIKA-FLEX 1 A.

As linhas de entrada e partes metálicas devem ser equipotencializadas na caixa "BEP".

O espaçamento de fixação das barras chatas na horizontal é de 1,0 m e na vertical 1,5m.

O captor deve ser de chapa de alumínio 70mm² – com 3mm de espessura – tab.6- NBR5419.

4.3.1. Alterações de Projeto

O projeto poderá ser modificado e/ou acrescido a qualquer tempo, a critério exclusivo do proprietário, que de comum acordo com o empreiteiro, fixará as implicações e acertos decorrentes visando à boa continuidade da obra. Qualquer modificação deverá ser informada ao responsável pelo projeto por e-mail ou por escrito. As alterações realizadas sem o consentimento do engenheiro projetista serão de responsabilidade exclusiva do executor e do proprietário da obra.

4.4. Projeto SPDA

4.4.1. Gerenciamento de Risco

ÁREA 1 (FORMATO 01/04)

NBR-5419:2015

SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)

Projeto: “ Quadra - UMEI SL 1”

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$Ng = 2.7$ [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Internet

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 19 m
Largura [W] = 33 m
Altura [H] = 10 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$
 $Ad = 19 * 33 + 2 * (3 * 10) * (19 + 33) + 3.14159 * (3 * 10)^2$
 $Ad = 6574.43 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia



$$Ll = 1000 \text{ [m]}$$

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo

$$Ci = 1.0$$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal

$$Ct = 1.0$$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Suburbano

$$Ce = 0.5$$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$$Llt = 1000 \text{ [m]}$$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Enterrado

$$Cit = 0.5$$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal

$$Ctt = 1.0$$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Suburbano

$$Cet = 0.5$$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

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

$$Nd = 0.00888$$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$$

$$Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$$

$$Am = 837398.16$$

$$Nm = 2.26098$$

4.12) NI - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$$Nl = Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$$

$$Al = 40 * Ll$$

$$Al = 40000$$

$$Nl = 0.054$$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

```
Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^-6
Ai = 4000 * Ll
Ai = 4000000
Ni = 5.4
```

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

```
Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^-6
Alt = 40 * Llt
Alt = 40000
Nlt = 0.027
```

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

```
Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^-6
Ait = 4000 * Llt
Ait = 4000000
Nit = 2.7
```

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

```
Estrutura não protegida por SPDA
Pb = 1
```

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada
Cld = 1
Cli = 1
```

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

```
Linha aérea blindada (energia ou sinal)
Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização
que o equipamento
Cldt = 1
Clit = 0.1
```

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;
Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,
fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$
 $Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido,



expressa em quilovolts (kV).
 $U_w = 2.5$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / U_w$
 $Ks4 = 0.4$

4.22) Uwt Sinal

$U_{wt} = 1.5$

4.23) Ks4t Sinal

$Ks4t = 0.67$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS
 $P_{eb} = 1$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=2.5$)
 $P_{ld} = 1$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)
 $P_{ldt} = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$
 $P_v = 1$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$P_{vt} = P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$
 $P_{vt} = 1$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 Quadra

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 60$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

nt = 60

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

tz = 1200

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

te = 0

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Desprezar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção

Ptu = 1

5.1.11) Ks2

Ks2 = 1

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado

Pspd = 1

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

laços Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar

Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m2)

Ks3 = 1

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado

$P_{spdt} = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço roteados em um mesmo cabo (área do laço ~ 0,5 m²)

$K_{s3t} = 0.01$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_c = P_{spdt} * C_{ld}$

$P_c = 1$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$

$P_{ct} = 1$

5.1.18) Pms

$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$

$P_{ms} = 0.16$

5.1.19) Pmst

$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$

$P_{mst} = 0.04489 * 10^{-3}$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_m = P_{spdt} * P_{ms}$

$P_m = 0.16$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$

$P_{mt} = 0.04489 * 10^{-3}$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$

$P_u = 1$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$

$P_{ut} = 1$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$Pw = Pspd * Pld * Cld$$
$$Pw = 1$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$Pwt = Pspdt * Pldt * Cldt$$
$$Pwt = 1$$

5.1.26) Pli

$$Pli \text{ para } Uw = 2.5 \text{ kV}$$
$$Pli = 0.3$$

5.1.27) Plit

$$Plit \text{ para } Uwt = 1.5 \text{ kV}$$
$$Plit = 0.5$$

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$Pz = Pspd * Pli * Cli$$
$$Pz = 0.3$$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$Pzt = Pspdt * Plit * Clit$$
$$Pzt = 0.05$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

$$\text{Nenhuma medida de Proteção}$$
$$Pta = 1$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução rt (Tabela C.3)

$$\text{Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)}$$
$$rt = 0.001$$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução rp (Tabela C.4)

$$\text{Nenhuma Providência}$$
$$rp = 1$$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução rf (Tabela C.5)

$$\text{Incêndio: Risco Baixo}$$
$$rf = 0.001$$

5.1.34) Perigo Especial - Fator hz (Tabela C.6)

5.1.35) Pa - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$$Pa = Pta * Pb$$
$$Pa = 1$$

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

$$Lt = 0.01$$

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Não Aplicável

$$Lf = 0$$

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável

$$Lo = 0$$

5.1.36.4) La

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.0137 * 10^{-4}$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.0137 * 10^{-4}$$

5.1.36.6) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0$$

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 Quadra]

5.1.37.1) Ra

$$\begin{aligned} Ra &= Nd * Pa * La \\ Ra &= 0.00888 * 1 * 0.0137 * 10^{-4} \\ Ra &= 0.01216 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.37.2) Rb

$$\begin{aligned} Rb &= Nd * Pb * Lb \\ Rb &= 0.00888 * 1 * 0 \\ Rb &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.3) Ru

$$\begin{aligned} Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\ Ru &= (0.054 + 0) * 1 * 0.0137 * 10^{-4} \\ Ru &= 0.0074 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.37.4) Rut

$$\begin{aligned} Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\ Rut &= (0.027 + 0) * 1 * 0.0137 * 10^{-4} \\ Rut &= 0.03699 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.37.5) Rv

$$\begin{aligned} Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\ Rv &= (0.054 + 0) * 1 * 0 \\ Rv &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.6) Rvt

$$\begin{aligned} Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\ Rvt &= (0.027 + 0) * 1 * 0 \\ Rvt &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.01216 * 10^{-6} + 0 + 0.0074 * 10^{-5} + 0 + 0.03699 * 10^{-6} + 0 \\ R1z &= 0.0123 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.00122 \times 10^{-5} \\ R1 &= 0.0123 \times 10^{-5} \\ Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\ R1 &\leq Rt1 \\ (Ra + Rb) &\leq Rt1 \\ [OK] \end{aligned}$$

6.2) Estrutura Protegida.



$$R1 \leq R_{t1}$$

Arquivo: C:\Users\Adriano Helbert\Documents\1 SANTA LUZIA UMEI\01_A1_PREF SANTA LUZIA_UMEI BOM DESTINO_IMPLANTAÇÃO_ARQ_

Não há necessidade de instalação de SPDA.

- Instalação de DPS Classe II – Obrigatória.

NBR-5419:2015

SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)

Projeto: Estação Ferroviária “Galpão”

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$Ng = 10$ [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Internet

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 8 m
Largura [W] = 30 m
Altura [H] = 5.7 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$
 $Ad = 8 * 30 + 2 * (3 * 5.7) * (8 + 30) + 3.14159 * (3 * 5.7)^2$
 $Ad = 2458.23 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura isolada; nenhum outro objeto nas vizinhanças
 $Cd = 1.0$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$Ll = 1000$ [m]

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Enterrado
 $Ci = 0.5$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal

$$C_t = 1.0$$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Suburbano
 $C_e = 0.5$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$$L_{lt} = 200 \text{ [m]}$$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Enterrado
 $C_{it} = 0.5$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $C_{tt} = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Suburbano
 $C_{et} = 0.5$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$$N_d = N_g * A_d * C_d * 10^{-6}$$
$$N_d = 0.02458$$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$N_m = N_g * A_m * 10^{-6}$$
$$A_m = 2 * 500 * (L + W) + P_i * 500^2$$
$$A_m = 823398.16$$
$$N_m = 8.23398$$

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$$N_l = N_g * A_l * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$$
$$A_l = 40 * L_l$$
$$A_l = 40000$$
$$N_l = 0.1$$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$$N_i = N_g * A_i * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$$
$$A_i = 4000 * L_l$$
$$A_i = 4000000$$
$$N_i = 10$$

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas

na linha SINAL [por ano]

$Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
 $Alt = 40 * Llt$
 $Alt = 8000$
 $Nlt = 0.02$

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

$Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
 $Ait = 4000 * Llt$
 $Ait = 800000$
 $Nit = 2$

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

Estrutura não protegida por SPDA
 $Pb = 1$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

Linha enterrada não blindada
 $Cld = 1$
 $Cli = 1$

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha enterrada não blindada
 $Cldt = 1$
 $Clit = 1$

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm ,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 * Wm1$

$Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$Uw = 1.5$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

$Ks4 = 0.67$

4.22) Uwt Sinal

$Uwt = 1.5$

4.23) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

DPS Classe II

$$Peb = 0.02$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)

$$Pld = 1$$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)

$$Pldt = 1$$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$Pv = Peb * Pld * Cld$$

$$Pv = 0.02$$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$Pvt = Peb * Pldt * Cl dt$$

$$Pvt = 0.02$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Z1 Estação

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$nz = 10$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$nt = 5$$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$$tz = 2080$$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Desprezar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
Ptu = 1

5.1.11) Ks2

Ks2 = 1

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

DPS Classe II
Pspd = 0.02

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

laços
Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3 = 1

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

DPS Classe II
Pspdt = 0.02

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

laços
Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3t = 1

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pc = Pspd * Cld$$
$$Pc = 0.02$$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$Pct = Pspdt * Cldt$$
$$Pct = 0.02$$

5.1.18) Pms

$$Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$$
$$Pms = 0.4489$$

5.1.19) Pmst

$$Pmst = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2$$
$$Pmst = 0.4489$$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pm = Pspd * Pms$$
$$Pm = 0.00898$$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$Pmt = Pspdt * Pmst$$
$$Pm = 0.00898$$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$Pu = PtU * Peb * Pld * Cld$$
$$Pu = 0.02$$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$Put = PtU * Peb * Pldt * Cldt$$
$$Put = 0.02$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$Pw = Pspd * Pld * Cld$$
$$Pw = 0.02$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$Pwt = Pspdt * Pldt * Cldt$$

$$P_{wt} = 0.02$$

5.1.26) P_{li}

$$P_{li} \text{ para } U_w = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.6$$

5.1.27) P_{lit}

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28) P_z - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.012$$

5.1.29) P_{zt} - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.01$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - P_{ta} (Tabela B.1)

$$\text{Nenhuma medida de Proteção}$$
$$P_{ta} = 1$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

$$\text{Agricultura, concreto (Resistência de contato } \leq 1 \text{ ohm)}$$
$$r_t = 0.01$$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape

$$r_p = 0.5$$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

$$\text{Incêndio: Risco Baixo}$$
$$r_f = 0.001$$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

$$\text{Sem perigo especial}$$
$$h_z = 1$$

5.1.35) P_a - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_a = P_{ta} * P_b$$

$$Pa = 1$$

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

$$Lt = 0.01$$

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

$$\begin{aligned} &\text{Industrial, comercial} \\ Lf &= 0.02 \end{aligned}$$

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

$$\begin{aligned} &\text{Não Aplicável} \\ Lo &= 0 \end{aligned}$$

5.1.36.4) La

$$\begin{aligned} La &= rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760) \\ La &= 0.04749 * 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.04749 * 10^{-3}$$

5.1.36.6) Le

$$\begin{aligned} Le &= 1.0 * (te / 8760) \\ Le &= 0.23744 \end{aligned}$$

5.1.36.7) Lb

$$\begin{aligned} Lb &= rp * rf * hz * (Lf + Le) * (nz / nt) * (tz / 8760) \\ Lb &= 0.00006 \end{aligned}$$

5.1.36.8) Lv

$$Lv = Lb = 0.00006$$

5.1.36.9) Lc

$$\begin{aligned} Lc &= Lo * (nz / nt) * (tz / 8760) \\ Lc &= 0 \end{aligned}$$

5.1.36.10) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) Riscos [R1] da Zona [Z1 Estação]

5.1.37.1) Ra

$$\begin{aligned} R_a &= N_d * P_a * L_a \\ R_a &= 0.02458 * 1 * 0.04749 * 10^{-3} \\ R_a &= 0.01167 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.37.2) R_b

$$\begin{aligned} R_b &= N_d * P_b * L_b \\ R_b &= 0.02458 * 1 * 0.00006 \\ R_b &= 0.01503 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.37.3) R_u

$$\begin{aligned} R_u &= (N_l + N_{dj}) * P_u * L_u \\ R_u &= (0.1 + 0) * 0.02 * 0.04749 * 10^{-3} \\ R_u &= 0.0095 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.37.4) R_t

$$\begin{aligned} R_t &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_t * L_u \\ R_t &= (0.02 + 0) * 0.02 * 0.04749 * 10^{-3} \\ R_t &= 0.019 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.37.5) R_v

$$\begin{aligned} R_v &= (N_l + N_{dj}) * P_v * L_v \\ R_v &= (0.1 + 0) * 0.02 * 0.00006 \\ R_v &= 0.01223 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.37.6) R_{vt}

$$\begin{aligned} R_{vt} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{vt} * L_v \\ R_{vt} &= (0.02 + 0) * 0.02 * 0.00006 \\ R_{vt} &= 0.02445 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.37.7) R_{1z}

$$\begin{aligned} R_{1z} &= R_a + R_b + R_u + R_v + R_t + R_{vt} \\ R_{1z} &= 0.01167 * 10^{-4} + 0.01503 * 10^{-4} + 0.0095 * 10^{-5} + 0.01223 * 10^{-5} + \\ &0.019 * 10^{-6} + 0.02445 * 10^{-6} \\ R_{1z} &= 0.293 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R₁

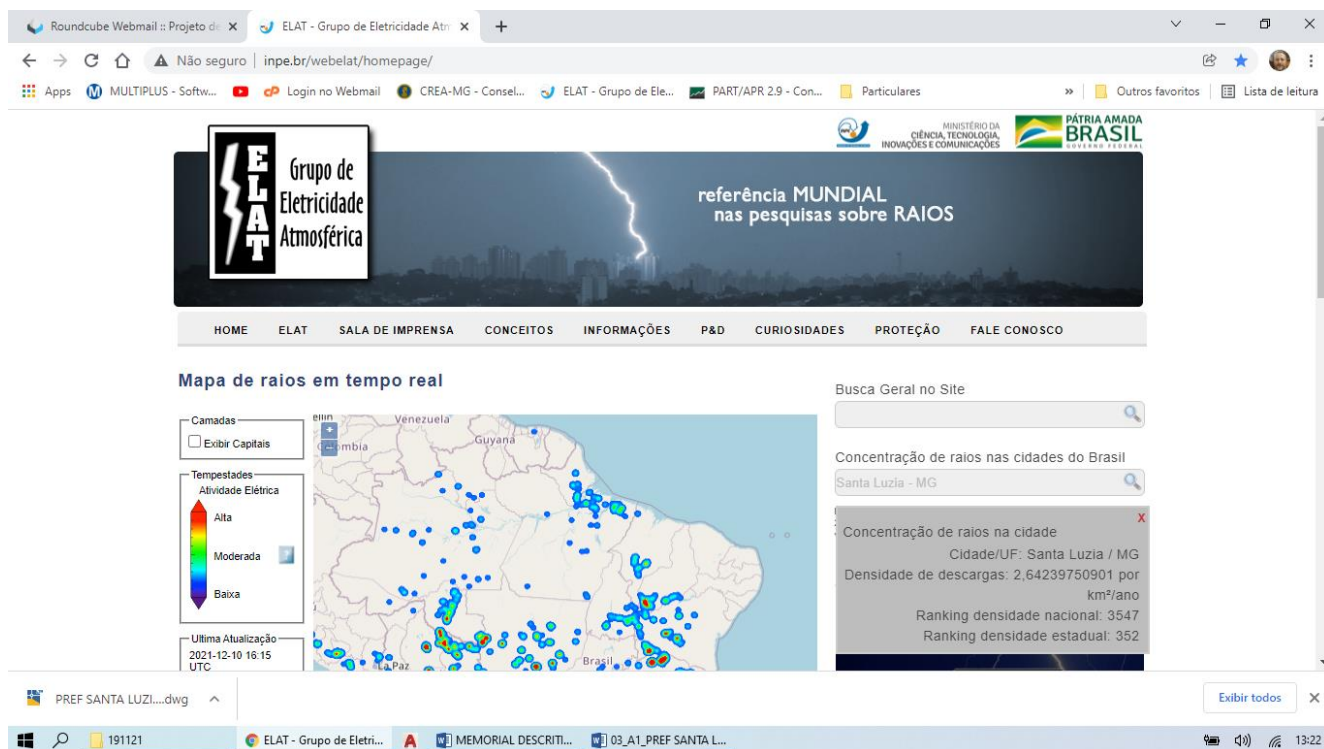
$$\begin{aligned} R_a + R_b &= 0.267 \times 10^{-5} \\ R_1 &= 0.293 \times 10^{-5} \\ R_{t1} &= 1 \times 10^{-5} \\ R_1 &\leq R_{t1} \\ (R_a + R_b) &\leq R_{t1} \\ [OK] \end{aligned}$$

6.2) Estrutura Protegida.

$$R_1 \leq R_{t1}$$

Não há necessidade de instalação de SPDA.

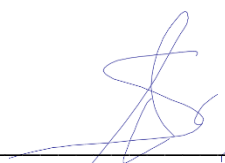
- Instalação de DPS Classe II – Obrigatória.



Belo Horizonte, 14 de Dezembro de 2021.



RESPONSÁVEL TÉCNICO
JOSÉ HENRIQUE RESENDE BAESE
ENG. CIVIL / SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO
CREA-MG 053341/D



AUTORIA DE PROJETO
ADRIANO HELBERT DA SILVA
ENGENHEIRO ELETRICISTA – RESP. TÉCNICO
CREA-MG 73814/D

