

Título de Referência:

PROJETO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

Revisão	Data	Descrição	Aprovador P. Avelar Engenharia
00	11/12/2024	EMISSÃO INICIAL DE PROJETO	ADRIANO H. SILVA

	Número:
	Verificador:
	Aprovador:

	Número:
	Verificador:
	Aprovador:

	Responsável Técnico: JOSÉ HENRIQUE RESENDE BAESSE CREA-MG 053341/D
---	--

Título do documento: **MEMORIAL DESCRITIVO - PROJETO DO SPDA
DELEGACIA – IBIÁ**

11/12/2024	Número: 1762_IBI_DELEGACIA_MEM_SPDA_V0	Página: 001	Revisão: 00	Tamanho: A4
------------	--	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Sumário

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO	3
3. RELAÇÃO DE ARQUIVOS	3
4. PROJETO DE INSTALAÇÕES do spda	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	5
4.3.2.	5
5. GERENCIAMENTO DE RISCO	5

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial descritivo refere-se ao projeto de concepção das instalações SPDA, da Delegacia, localizado na Av: Getulio Vargas, S/N, Bairro Jardim, Ibiá – MG, CEP: 38.950-000

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

2. OBJETIVO

O presente memorial tem como objetivo verificar a necessidade de instalação do SPDA na edificação.

3. RELAÇÃO DE ARQUIVOS

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

1762_01_A1_IBIÁ_DELEGACIA_SPDA_PLANTA SUBSOLO_V0

1762_02_A1_IBIÁ_DELEGACIA_SPDA_PLANTA COBERTURA_V0

1762_03_A1_IBIÁ_DELEGACIA_SPDA_PLANTA GERAL 3D_V0

4. PROJETO DE INSTALAÇÕES DO 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 5410 - Instalações Elétricas em Baixa Tensão.
- NBR 5419/15 - Projeto, Execução, Manutenção e Verificação dos Sistemas que Compõem a Proteção Contra Descargas Atmosféricas.

4.2. Características Gerais e Quantidade de Formatos

Características Gerais	Quantitativo	Unidade
Pranchas formato A1 - SPDA	03	un

m = metro; un = unidade; m² = metro quadrado

4.3. Considerações Gerais

A contratada não deve prevalecer-se de qualquer erro involuntário ou de qualquer omissão eventualmente existente para se excluir de suas responsabilidades.

A executora obriga-se a satisfazer todos os requisitos constantes nos desenhos e nas especificações. As cotas que constam nos desenhos deverão predominar caso haja divergências entre as escalas e as dimensões. O engenheiro residente deverá efetuar todas as correções e interpretações que forem necessárias para o término da obra de maneira satisfatória.

Todos os adornos, melhoramentos, etc., indicados nos desenhos, detalhes parcialmente desenhados para qualquer área ou local particular, deverão ser considerados para áreas ou locais semelhantes a não ser que haja indicação ou anotação em contrário. Quaisquer outros detalhes e esclarecimentos necessários serão julgados e decididos de comum acordo entre executora, proprietário e projetista.

4.3.1. Alterações de Projeto

4.3.2.

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.

5. GERENCIAMENTO DE RISCO

NBR-5419:2015

SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)

Projeto: 1762 - DELEGACIA - IBIÁ

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

$$Ng = 7 \text{ [Descargas / km}^2\text{/ano]}$$

Fonte = Mapa - Sudeste

2) Geometria da Estrutura

$$\text{Comprimento [L]} = 36 \text{ m}$$

$$\text{Largura [W]} = 11 \text{ m}$$

$$\text{Altura [H]} = 11 \text{ m}$$

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

$$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$$

$$Ad = 36 * 11 + 2 * (3 * 11) * (36 + 11) + 3.14159 * (3 * 11)^2$$

$$Ad = 6919.19 \text{ m}^2$$

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

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

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)

Urbano

$$Ce = 0.1$$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

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

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

Aéreo

$$Cit = 1.0$$

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)

Urbano

$$Cet = 0.1$$

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

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

$$Nd = 0.04843$$

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

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

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

$$Am = 832398.16$$

$$Nm = 5.82679$$

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

$$\begin{aligned} NI &= Ng * AI * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\ AI &= 40 * LI \\ AI &= 40000 \\ NI &= 0.028 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Ni &= Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\ Ai &= 4000 * LI \\ Ai &= 4000000 \\ Ni &= 2.8 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} NIt &= Ng * AI * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\ AI &= 40 * LI \\ AI &= 40000 \\ NIt &= 0.028 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Nit &= Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\ Ait &= 4000 * LI \\ Ait &= 4000000 \\ Nit &= 2.8 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &\text{Estrutura protegida por SPDA - Classe III} \\ Pb &= 0.1 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &\text{Linha aérea não blindada} \\ Cld &= 1 \\ Cli &= 1 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &\text{Linha aérea não blindada} \\ Cldt &= 1 \\ Clit &= 1 \end{aligned}$$

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 W_m ,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times W_m1$

$$Ks1 = 1$$

4.20) Uw Energia

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

$$Uw = 2.5$$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido.

$$Ks4 = 1 / Uw$$

$$Ks4 = 0.4$$

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 - PId (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=2.5$)

$$PId = 1$$

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

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=1.5$)

$$PIdt = 1$$

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

$$Pv = Peb * PId * CId$$

$$P_v = 0.02$$

4.28) P_{vt} - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

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

$$P_{vt} = 0.02$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Z1 (entrada área fora da edificação)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$n_z = 200$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$n_t = 200$$

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

$$t_z = 8760$$

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

$$t_e = 0$$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Considerar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Considerar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Desprezar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - P_{tu} (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
 $P_{tu} = 1$

5.1.11) K_{s2}

$K_{s2} = 1$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - P_{spd} (Tabela B.3)

DPS Classe II
 $P_{spd} = 0.02$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - K_{s3} (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3} = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - P_{spdt} (Tabela B.3)

DPS Classe II
 $P_{spdt} = 0.02$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - K_{s3t} (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3t} = 1$

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

$P_c = P_{spd} * C_{ld}$
 $P_c = 0.02$

5.1.17) P_{ct} - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$
 $P_{ct} = 0.02$

5.1.18) P_{ms}

$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$
 $P_{ms} = 0.16$

5.1.19) P_{mst}

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

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

$$Pm = Pspd * Pms$$
$$Pm = 0.0032$$

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

$$Pwt = Pspdt * Pldt * Cldt$$
$$Pwt = 0.02$$

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

$$Pz = Pspd * Pli * Cli$$
$$Pz = 0.006$$

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

$$Pzt = Pspdt * Plit * Clit$$
$$Pzt = 0.01$$

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

Nenhuma medida de Proteção

$$Pta = 1$$

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

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)

$$r_t = 0.001$$

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)

Incêndio: Risco Baixo

$$r_f = 0.001$$

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

Sem perigo especial

$$h_z = 1$$

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

$$P_a = P_{ta} * P_b$$
$$P_a = 0.1$$

5.1.36) L_1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) L_t

$$L_t = 0.01$$

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

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
Lf = 0.1

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

Não Aplicável
Lo = 0

5.1.36.4) La

$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $La = 0.01 * 10^{-3}$

5.1.36.5) Lu

$Lu = La = 0.01 * 10^{-3}$

5.1.36.6) Lb

$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $Lb = 0.00005$

5.1.36.7) Lv

$Lv = Lb = 0.00005$

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) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

5.1.37.1) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.8)

Gás, água, fornecimento de energia
Lf2 = 0.1

5.1.37.2) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.8)

Gás, água, fornecimento de energia
Lo2 = 0.01

5.1.37.3) Lb2

$$Lb2 = rp * rf * Lf2 * (nz / nt)$$

$$Lb2 = 0.00005$$

5.1.37.4) Lv2

$$Lv2 = Lb2 = 0.00005$$

5.1.37.5) Lc2

$$Lc2 = Lo2 * (nz / nt)$$

$$Lc2 = 0.01$$

5.1.37.6) Lm2 Lw2 Lz2

$$Lm2 = Lw2 = Lz2 = Lc2 = 0.01$$

5.1.38) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

5.1.38.1) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.10)

Museus, galerias

$$Lf3 = 0.1$$

5.1.38.2) cz - Valor do Patrimônio Cultural na Zona (milhões)

$$cz = 1000000 \text{ milhões}$$

5.1.38.3) ct - Valor total da edificação e conteúdo da estrutura (milhões)

$$ct = 1000000 \text{ milhões}$$

5.1.38.4) Lb3

$$Lb3 = rp * rf * Lf3 * (cz / ct)$$

$$Lb3 = 0.00005$$

5.1.38.5) Lv3

$$Lv3 = Lb3 = 0.00005$$

5.1.39) Riscos [R1] da Zona [Z1 (entrada área fora da edificação)]

5.1.39.1) Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$

$$Ra = 0.04843 * 0.1 * 0.01 * 10^{-3}$$

$$Ra = 0.04843 \cdot 10^{-6}$$

5.1.39.2) Rb

$$\begin{aligned} Rb &= Nd \cdot Pb \cdot Lb \\ Rb &= 0.04843 \cdot 0.1 \cdot 0.00005 \\ Rb &= 0.02422 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39.3) Ru

$$\begin{aligned} Ru &= (NI + Ndj) \cdot Pu \cdot Lu \\ Ru &= (0.028 + 0) \cdot 0.02 \cdot 0.01 \cdot 10^{-3} \\ Ru &= 0.0056 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.39.4) Rut

$$\begin{aligned} Rut &= (NIt + Ndj1) \cdot Put \cdot Lu \\ Rut &= (0.028 + 0) \cdot 0.02 \cdot 0.01 \cdot 10^{-3} \\ Rut &= 0.0056 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.39.5) Rv

$$\begin{aligned} Rv &= (NI + Ndj) \cdot Pv \cdot Lv \\ Rv &= (0.028 + 0) \cdot 0.02 \cdot 0.00005 \\ Rv &= 0.028 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.39.6) Rvt

$$\begin{aligned} Rvt &= (NIt + Ndj1) \cdot Pvt \cdot Lv \\ Rvt &= (0.028 + 0) \cdot 0.02 \cdot 0.00005 \\ Rvt &= 0.028 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.39.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.04843 \cdot 10^{-6} + 0.02422 \cdot 10^{-5} + 0.0056 \cdot 10^{-6} + 0.028 \cdot 10^{-6} + 0.0056 \cdot 10^{-6} + \\ &0.028 \cdot 10^{-6} \\ R1z &= 0.0358 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.40) Riscos [R2] da Zona [Z1 (entrada área fora da edificação)]

5.1.40.1) Rb2

$$\begin{aligned} Rb2 &= Nd \cdot Pb \cdot Lb2 \\ Rb2 &= 0.04843 \cdot 0.1 \cdot 0.00005 \\ Rb2 &= 0.02422 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.40.2) Rc2

$$\begin{aligned}Rc2 &= Nd * Pc * Lc2 \\ Rc2 &= 0.04843 * 0.02 * 0.01 \\ Rc2 &= 0.00969 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.40.3) Rm2

$$\begin{aligned}Rm2 &= Nm * Pm * Lm2 \\ Rm2 &= 5.82679 * 0.0032 * 0.01 \\ Rm2 &= 0.00019\end{aligned}$$

5.1.40.4) Rv2

$$\begin{aligned}Rv2 &= (Ni + Ndj) * Pv * Lv2 \\ Rv2 &= (0.028 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\ Rv2 &= 0.028 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.40.5) Rvt2

$$\begin{aligned}Rvt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv2 \\ Rvt2 &= (0.028 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\ Rvt2 &= 0.028 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.40.6) Rw2

$$\begin{aligned}Rw2 &= (Ni + Ndj) * Pw * Lw2 \\ Rw2 &= (0.028 + 0) * 0.02 * 0.01 \\ Rw2 &= 0.0056 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.40.7) Rwt2

$$\begin{aligned}Rwt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw2 \\ Rwt2 &= (0.028 + 0) * 0.02 * 0.01 \\ Rwt2 &= 0.0056 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.40.8) Rz2

$$\begin{aligned}Rz2 &= Ni * Pz * Lz2 \\ Rz2 &= 2.8 * 0.006 * 0.01 \\ Rz2 &= 0.00017\end{aligned}$$

5.1.40.9) R2z

$$\begin{aligned}R2z &= Rb2 + Rc2 + Rm2 + Rv2 + Rw2 + Rz2 + Rvt2 + Rwt2 + Rzt2 \\ R2z &= 0.02422 * 10^{-5} + 0.00969 * 10^{-3} + 0.00019 + 0.028 * 10^{-6} + 0.0056 * 10^{-3} + \\ &0.00017 + 0.028 * 10^{-6} + 0.0056 * 10^{-3} + 0.00028 \\ R2z &= 0.656 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.41) Riscos [R3] da Zona [Z1 (entrada área fora da edificação)]

5.1.41.1) Rb3

$$\begin{aligned} Rb3 &= Nd * Pb * Lb3 \\ Rb3 &= 0.04843 * 0.1 * 0.00005 \\ Rb3 &= 0.02422 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.41.2) Rv3

$$\begin{aligned} Rv3 &= (Ni + Ndj) * Pv * Lv3 \\ Rv3 &= (0.028 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\ Rv3 &= 0.028 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.41.3) Rvt3

$$\begin{aligned} Rvt3 &= (Nit + Ndj1) * Pvt * Lv3 \\ Rvt3 &= (0.028 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\ Rvt3 &= 0.028 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.41.4) R3z

$$\begin{aligned} R3z &= Rb3 + Rv3 + Rvt3 \\ R3z &= 0.02422 * 10^{-5} + 0.028 * 10^{-6} + 0.028 * 10^{-6} \\ R3z &= 0.00298 * 10^{-4} \end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.0291 * 10^{-5} \\ R1 &= 0.0358 * 10^{-5} \\ Rt1 &= 1 * 10^{-5} \\ R1 &\leq Rt1 \\ (Ra + Rb) &\leq Rt1 \\ [OK] \end{aligned}$$

6.2) R2

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.000242 * 10^{-3} \\ R2 &= 0.656 * 10^{-3} \\ Rt2 &= 1 * 10^{-3} \\ R2 &\leq Rt2 \\ (Ra + Rb) &\leq Rt2 \\ [OK] \end{aligned}$$

6.3) R3

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.00242 * 10^{-4} \\ R3 &= 0.00298 * 10^{-4} \\ Rt3 &= 1 * 10^{-4} \end{aligned}$$

R3 <= Rt3
(Ra + Rb) <= Rt3
[OK]

6.4) Estrutura Protegida.

R1 <= Rt1
R2 <= Rt2
R3 <= Rt3

7) Nível de Proteção adotada: III

8) Métodos Utilizados

8.1) Método Franklin

Ângulo de Proteção (alfa)

Altura do Captor	Ângulo (Graus) [Nível de Proteção III]
Até 2m	77°
3m	75°
4m	72°
5m	70°
6m	68°
7m	66°
8m	65°
9m	63°
10m	61°
11m	60°
12m	59°
13m	57°
14m	56°
15m	54°
16m	53°
17m	52°
18m	51°
19m	49°
20m	48°
21m	47°
22m	46°
23m	45°
24m	44°
25m	43°
26m	42°
27m	40°
28m	39°
29m	38°
30m	37°
31m	36°
32m	35°

33m	34°
34m	33°
35m	32°
36m	31°
37m	31°
38m	30°
39m	29°
40m	28°
41m	27°
42m	26°
43m	25°
44m	24°
45m	23°

maior que 45m * Utilizar Método Eletrogeométrico ou Malha (Gaiola de Faraday) *

8.2) Método Eletrogeométrico

Raio da Esfera Rolante [Nível de Proteção III]

$$R = 45 \text{ m}$$

8.3) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção III]

Afastamento máximo da Malha = 15x15 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

Area = 396 m².

Altura = 11 m.

Perímetro = 94 m.

Cantos Salientes da Estrutura = 4

Nível de Proteção III: Espaçamento médio = 15m

$N = \text{Perímetro} / 15\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 11] para Nível de Proteção: III

$N = \text{Altura} / 15\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 11 / 15 + 4$ | $N = 5$

$N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

N = 4 descidas.

10) Cálculo do Comprimento do Condutor enterrado horizontalmente

Condutor enterrado horizontalmente

$r = 100 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo]

R = 10 ohms [Resistência de aterramento]

L = Comprimento do Condutor Horizontal enterrado em (m)

$$L = (2 * r) / R$$

$$L = (2 * 100) / 10$$

$$L = 20 \text{ m}$$

$$I_1(\text{min}) = 5 \text{ m}$$

$$L = 20 \text{ m}$$

Re = 14.96 m [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [Re >= I1] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado

Altura: 11m <= 15m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Fita maciça 35mm² Espessura 1.75 mm

Cobre - Arredondado maciço 35mm² Diâmetro 6 mm

Cobre - Encordoado 35mm² Diâmetro de cada fio da oordoalha 2.5mm

Cobre - Arredondado maciço (b) 200mm² Diâmetro 16 mm

Alumínio - Fita maciça 70mm² Espessura 3 mm

Alumínio - Arredondado maciço 70mm² Diâmetro 9.5mm

Alumínio - Encordoado 70mm² Diâmetro de cada fio da cordoalha 3.5mm

Alumínio - Arredondado maciço (b) 200mm² Diâmetro 16 mm

Aço Cobreado IACS 30% - Arredondado maciço 50mm² Diâmetro 8 mm

Aço Cobreado IACS 30% - Encordoado 50mm² Diâmetro de cada fio da

cordosilha 3 mm

Alumínio Cobreado IACS 64% - Arredondado maciço 50mm² Diâmetro 8 mm

Alumínio Cobreado IACS 64% - Encordoado 70mm² Diâmetro de cada fri da

axdoeêia 3.6 nwn

Aço Galv.a quente - Fita maciça 50mm² Espessura mínima 2.5mm

Aço Galv.a quente - Arredondado maciço 50mm² Diâmetro 8 mm

Aço Galv.a quente - Encordoado 50mm² Diâmetro de cada fio cordoalha 1.7

mm

Aço Galv.a quente - Arredondado maciço (b) 200mm² Diâmetro 16 mm

Aço Inoxidável - Fita maciça 50mm² Espessura 2 mm

Aço Inoxidável - Arredondado maciço 50mm² Diâmetro 8 mm

Aço Inoxidável - Encordoado 70mm² Diâmetro de cada fio cordoalha 1.7 mm

Aço Inoxidável - Arredondado maciço (b) 200mm² Diâmetro 16 mm

(b) - Aplicável somente a minicaptoras. Para aplicações onde esforços

mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10mm e comprimento máximo de 1m.

12.2) Eletrodo de Aterramento

- Cobre - Encordoado - 50 mm² - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm
- Cobre - Arredondado maciço - 50mm² - Diâmetro 8 mm
- Cobre - Fita maciça - 50 mm² - Espessura 2mm
- Cobre - Arredondado maciço - Eletrodo cravado 15mm
- Cobre - Tubo - Eletrodo cravado 20mm - Espessura da parede 2 mm
- Aço Galv.a quente - Arredondado maciço - Eletrodo cravado 16mm
- Aço Galv.a quente - Arredondado maciço - Eletrodo não cravado 10mm
- Aço Galv.a quente - Tubo - Eletrodo cravado 25mm - Espessura da parede 2 mm
- Aço Galv.a quente - Fita maciça - 90 mm² - Espessura 3 mm
- Aço Galv.a quente - Encordoado - 70 mm²
- Aço Cobreado - Arredondado maciço - Eletrodo cravado 12.7mm
- Aço Cobreado - Encordoado 70 mm² - Diâmetro de cada fio da cordoalha 3.45 mm
- Aço Inoxidável - Arredondado maciço - Eletrodo cravado 15mm
- Aço Inoxidável - Arredondado maciço - Eletrodo não cravado 10mm
- Aço Inoxidável - Fita maciça - 100mm² - Espessa minima 2 mm

Arquivo: C:\Users\pavelar\Desktop\PAVELAR\IBIÁ\SPDA\RELATÓRIO - SPDA.rtf

- **Descidas naturais pelos pilares através de barra chata de alumínio 70mm conforme Projeto;**



Belo Horizonte, 11 de Dezembro de 2024.

RESPONSÁVEL TÉCNICO
JOSÉ HENRIQUE RESENDE BAESSE
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