



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	REVISÃO 0
ART: 2620251693542		DATA 25/09/2025
CLIENTE: Guarda Municipal de Americana (GAMA)		RESP. CLIENTE Marco Aurélio da Silva
CNPJ: 46.969.952/0001-19		FOLHA 1 de 88
TERMO DE ABERTURA Projeto Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas.		

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO

PROJETO Alexandre Messias Capana da Silva	RESP. CLIENTE
DATA: 25/09/2025	DATA: ____/____/____
ASS.:	ASS.:



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 2 de 88
----------------	---	------------------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	4
1.1	Documentos Envolvidos.....	4
1.2	Requisitos Estatutários e Regulamentares.....	4
1.3	Requisitos do Cliente	4
1.4	Requisitos de Meio Ambiente	4
1.5	Características do Projeto	4
2	DESENVOLVIMENTO.....	5
2.1	Considerações Adotadas (conforme a norma NR-10).....	5
2.1.1	Proteção das Instalações	5
2.1.2	Acesso às Instalações	5
2.1.3	Cuidados Preventivos	5
2.2	Parâmetros Considerados para a Execução do Projeto.....	5
2.2.1	Dados do local de instalação	6
2.2.2	Sistema de aterramento	6
3	ESCRITIVO DE CÁLCULOS	7
3.1	Descrição dos Cálculos Efetuados.....	7
3.1.1	Análise de risco do SPDA, materiais a serem utilizados e dimensionamento	7
3.1.2	Definição dos materiais	75
4	DESCRIPTIVO DE INSTALAÇÕES.....	81
4.1	Montagem e Instalação	81
4.2	Desvios.....	81
4.3	Responsabilidade Técnica	81
4.4	Orientação Técnica.....	81
4.4.1	Cliente.....	82
4.4.2	A&D Engenharia.....	82
4.5	Comunicação Entre as Partes.....	82
4.6	Normas.....	82
4.7	Segurança.....	82
4.8	Projeto	82



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 3 de 88
----------------	---	------------------

4.9	Detalhes de Instalação do Projeto	83
4.10	Análise de Riscos	83
4.11	Documentação Técnica	83
4.12	Alterações.....	83
4.13	Acompanhamento.....	83
5	RECOMENDAÇÕES	84
6	Lista de Materiais.....	85
7	ANEXOS.....	86
7.1	Referências Bibliográficas	86
7.1.1	Normas	86
7.1.2	Catálogos de fabricantes	86
7.1.3	Sites.....	86
7.2	Caderno de Desenhos.....	86
8	ART	87



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 4 de 88
----------------	---	------------------

1 INTRODUÇÃO

Este memorial visa esclarecer os detalhes considerados para a elaboração do projeto às minúcias dos serviços de instalações do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas e aterramento a serem executados, seguindo as especificações das normas vigentes de instalações elétricas de segurança e de SPDA.

1.1 Documentos Envolvidos

- Desenhos do cliente;
- ABNT NBR-5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT NBR-5419:2015 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas (Parte 1; 2; 3 e 4);
- NR-10 – Norma Regulamentadora nº. 10 do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego).

1.2 Requisitos Estatutários e Regulamentares

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- NR's do MTE – Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego.

1.3 Requisitos do Cliente

O cliente deseja a elaboração do projeto para Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para o Prédio da Guarda Municipal de Americana (GAMA).

1.4 Requisitos de Meio Ambiente

É imprescindível que tanto os procedimentos utilizados quanto os materiais indicados para contemplar o projeto não ofereçam quaisquer danos ao meio ambiente, e que também sejam escolhidos preferencialmente os materiais de fabricantes que estejam conforme as normas protetoras do meio-ambiente vigentes.

Baseados nestes requisitos foram escolhidos os materiais e os procedimentos para a efetivação do projeto que não oferecem risco de contaminação ao meio-ambiente.

1.5 Características do Projeto

Área administrativa e operacional construção em alvenaria e cobertura metálica. Previsto a utilização do telhado metálico como captor natural, descidas em barra chata de alumínio, conexões através de conectores e malha de aterramento em forma de anel com cabo de cobre nu ao redor do prédio.

Previsto a utilização telhado metálico como captor natural.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 5 de 88
----------------	---	------------------

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Considerações Adotadas (conforme a norma NR-10)

2.1.1 Proteção das Instalações

Especificação das características relativas à proteção contra choques elétricos, queimaduras e outros riscos adicionais¹.

Projeto para Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Equipotencializar aterramento do SPDA com aterramento elétrico. Item obrigatório.

¹As especificações das características de proteção no memorial do projeto evidenciam a substancial preocupação com este aspecto, desde a concepção da instalação elétrica, que de tal forma foram adotadas soluções visando garantir a preservação da saúde e a segurança. Em decorrência da existência dessas especificações, o projeto com seu memorial tornam-se a base de um manual de conservação e manutenção segura para a referida instalação.

2.1.2 Acesso às Instalações

Recomendações de restrições e advertências quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações⁴.

A abertura dos painéis elétricos só poderá ser feito por funcionário habilitado/autorizado.

⁴Considerando que há componentes de uma instalação como quadros elétricos e outros, que pela natureza dos meios de proteção contra choques só podem ser instalados em locais de acesso controlado (local de serviço elétrico fechado), o projeto deverá conter informações sobre as restrições e advertências de acesso a esses locais e componentes.

2.1.3 Cuidados Preventivos

Precauções aplicáveis em face das influências externas⁵.

Equipotencializar o aterramento das instalações elétricas com o SPDA. Utilizar DPS (Dispositivo de Proteção de Surto) para o sistema elétrico.

⁵É certo que a especificação dos materiais e componentes de uma instalação está baseada nas circunstâncias em que eles deverão operar, por óbvio que sejam essas precauções quanto às influências externas, devem ser apontadas para servir de advertência na eventual alteração de uso das instalações e para que a instalação não venha a ser exposta a influências que não foram consideradas na sua concepção.

2.2 Parâmetros Considerados para a Execução do Projeto

Seguem abaixo todas as considerações e influências externas que foram utilizadas nas definições tomadas durante o projeto:



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 6 de 88
----------------	---	------------------

2.2.1 Dados do local de instalação

- **Cliente:** Guarda Municipal de Americana (GAMA);
- **Cidade:** AMERICANA – SP;
- **Temperatura ambiente:** 35°C máximo (por convenção);
- **Rede elétrica:** 127/220 Volts / 60Hz;
- **Altitude:** aproximadamente 540m acima do nível do mar;
- **Instalação:** em área Comercial;
- **Fluxo de pessoas:** pessoas em geral;
- **Manutenção:** somente por pessoas autorizadas;
- **Aterramento:** SPDA.

2.2.2 Sistema de aterramento

Cabo de cobre nu de 50mm² (NBR-6524) ao redor do prédio em forma de anel (SPDA) para sistema de aterramento e SPDA, equipotencializado com aterramento elétrico.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 7 de 88
----------------	---	------------------

3 ESCRITIVO DE CÁLCULOS

O Memorial de Cálculos tem como objetivo apresentar o método utilizado de todos os cálculos e definições adotadas no projeto, incluindo o nome e fabricante do software empregado, quando aplicável.

Os cálculos estão detalhados e identificados, demonstrando os dados de entrada e valores calculados. Também deverá ser finalizado através de uma conclusão detalhada a fim de demonstrar o material especificado e calculado.

3.1 Descrição dos Cálculos Efetuados

3.1.1 Análise de risco do SPDA, materiais a serem utilizados e dimensionamento

Projeto: Prédio Principal GAMA

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

$Ng = 9$ [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Sudeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 60 m
Largura [W] = 24 m
Altura [H] = 7 m

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

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$
 $Ad = 60 * 24 + 2 * (3 * 7) * (60 + 24) + 3.14159 * (3 * 7)^2$
 $Ad = 6353.44 \text{ m}^2$

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

$Ll = 1000$ [m]

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

A&D Engenharia e Serviços ME.

Rua Valentim Feltrin, 275 – Santa Cruz – Americana / SP.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 8 de 88
----------------	---	------------------

Aéreo
 $C_i = 1.0$

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

Linha de Energia ou Sinal
 $C_t = 1.0$

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

Urbano
 $C_e = 0.1$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$L_{lt} = 1000 \text{ [m]}$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - C_{it} (Tabela A.2)

Aéreo
 $C_{it} = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - C_{tt} (Tabela A.3)

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

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - C_{et} (Tabela A.4)

Urbano
 $C_{et} = 0.1$

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

$N_d = N_g * A_d * C_d * 10^{-6}$
 $N_d = 0.02859$

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

$N_m = N_g * A_m * 10^{-6}$
 $A_m = 2 * 500 * (L + W) + P_i * 500^2$
 $A_m = 869398.16$
 $N_m = 7.82458$

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 9 de 88
----------------	---	------------------

$$\begin{aligned}Nl &= Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Al &= 40 * Ll \\Al &= 40000 \\Nl &= 0.036\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}Ni &= Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Ai &= 4000 * Ll \\Ai &= 4000000 \\Ni &= 3.6\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}Nlt &= Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Alt &= 40 * Llt \\Alt &= 40000 \\Nlt &= 0.036\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}Nit &= Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Ait &= 4000 * Llt \\Ait &= 4000000 \\Nit &= 3.6\end{aligned}$$

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 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;



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 10 de 88
----------------	---	-------------------

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

fatores K_{s1} e K_{s2} para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $K_{s1} = 0,12 \times W_{m1}$

$$K_{s1} = 1$$

4.20) U_w Energia

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

$$U_w = 2.5$$

4.21) K_{s4} Energia

K_{s4} : leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $K_{s4} = 1 / U_w$

$$K_{s4} = 0.4$$

4.22) U_{wt} Sinal

$$U_{wt} = 1.5$$

4.23) K_{s4t} Sinal

$$K_{s4t} = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - P_{eb} (Tabela B.7)

DPS Classe II

$$P_{eb} = 0.02$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - P_{ld} (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 - P_{ldt} (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) P_v - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

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

$$P_v = 0.02$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 11 de 88
----------------	---	-------------------

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

$$\begin{aligned}Pvt &= Peb * Pldt * ClDt \\Pvt &= 0.02\end{aligned}$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$nz = 50$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$nt = 50$$

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

$$tz = 8760$$

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

$$te = 8760$$

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

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Desprezar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 12 de 88
----------------	---	-------------------

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

Avisos visíveis de alerta
 $P_{tu} = 0.1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

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

DPS Classe II
 $P_{spd} = 0.02$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (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 - 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 - 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) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

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

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

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$
 $P_{ct} = 1$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 13 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.18) Pms

$$Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$$
$$Pms = 0.16$$

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

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

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

$$Pmt = Pspdt * Pmst$$
$$Pm = 0.4489$$

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

$$Pu = Ptu * Peb * Pld * Cld$$
$$Pu = 0.002$$

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

$$Put = Ptu * Peb * Pldt * Cldt$$
$$Put = 0.002$$

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

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

5.1.26) Pli



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 14 de 88
----------------	---	-------------------

P_{li} para $U_w = 2.5 \text{ kV}$
 $P_{li} = 0.3$

5.1.27) P_{lit}

P_{lit} 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

$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$
 $P_z = 0.006$

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

$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$
 $P_{zt} = 0.5$

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

Avisos de alerta
 $P_{ta} = 0.1$

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

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)

Incêndio: Risco Baixo
 $r_f = 0.001$

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

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 15 de 88
----------------	---	-------------------

limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
hz = 2

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

$$Pa = Pta * Pb$$
$$Pa = 0.1$$

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)

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

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.0001$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.0001$$

5.1.36.6) Le

$$Le = 1.0 * (te / 8760)$$
$$Le = 1$$

5.1.36.7) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * (Lf + Le) * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.0011$$

5.1.36.8) Lv

$$Lv = Lb = 0.0011$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 16 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.36.9) Lc

$$L_c = L_o * (n_z / n_t) * (t_z / 8760) \\ L_c = 0$$

5.1.36.10) Lm Lw Lz

$$L_m = L_w = L_z = L_c = 0$$

5.1.37) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

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

$$\text{Gás, água, fornecimento de energia} \\ L_{f2} = 0.1$$

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

$$\text{Gás, água, fornecimento de energia} \\ L_{o2} = 0.01$$

5.1.37.3) Lb2

$$L_{b2} = r_p * r_f * L_{f2} * (n_z / n_t) \\ L_{b2} = 0.00005$$

5.1.37.4) Lv2

$$L_{v2} = L_{b2} = 0.00005$$

5.1.37.5) Lc2

$$L_{c2} = L_{o2} * (n_z / n_t) \\ L_{c2} = 0.01$$

5.1.37.6) Lm2 Lw2 Lz2

$$L_{m2} = L_{w2} = L_{z2} = L_{c2} = 0.01$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$R_a = N_d * P_a * L_a \\ R_a = 0.02859 * 0.1 * 0.0001 \\ R_a = 0.02859 * 10^{-5}$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 17 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned}R_b &= N_d * P_b * L_b \\R_b &= 0.02859 * 1 * 0.0011 \\R_b &= 0.03145 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned}R_u &= (N_l + N_{dj}) * P_u * L_u \\R_u &= (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001 \\R_u &= 0.0072 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned}R_{ut} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{ut} * L_u \\R_{ut} &= (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001 \\R_{ut} &= 0.0072 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned}R_v &= (N_l + N_{dj}) * P_v * L_v \\R_v &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011 \\R_v &= 0.00792 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}R_{vt} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{vt} * L_v \\R_{vt} &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011 \\R_{vt} &= 0.00792 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R_{1z} &= R_a + R_b + R_u + R_v + R_{ut} + R_{vt} \\R_{1z} &= 0.02859 * 10^{-5} + 0.03145 * 10^{-3} + 0.0072 * 10^{-6} + \\&0.00792 * 10^{-4} + 0.0072 * 10^{-6} + 0.00792 * 10^{-4} \\R_{1z} &= 3.33 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R2] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb2

$$\begin{aligned}R_{b2} &= N_d * P_b * L_{b2} \\R_{b2} &= 0.02859 * 1 * 0.00005 \\R_{b2} &= 0.0143 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc2



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 18 de 88
----------------	---	-------------------

$$\begin{aligned}Rc2 &= Nd * Pc * Lc2 \\ Rc2 &= 0.02859 * 0.02 * 0.01 \\ Rc2 &= 0.00572 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm2

$$\begin{aligned}Rm2 &= Nm * Pm * Lm2 \\ Rm2 &= 7.82458 * 0.0032 * 0.01 \\ Rm2 &= 0.00025\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv2

$$\begin{aligned}Rv2 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv2 \\ Rv2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\ Rv2 &= 0.036 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt2

$$\begin{aligned}Rvt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv2 \\ Rvt2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\ Rvt2 &= 0.036 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw2

$$\begin{aligned}Rw2 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw2 \\ Rw2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.01 \\ Rw2 &= 0.0072 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt2

$$\begin{aligned}Rwt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw2 \\ Rwt2 &= (0.036 + 0) * 1 * 0.01 \\ Rwt2 &= 0.00036\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz2

$$\begin{aligned}Rz2 &= Ni * Pz * Lz2 \\ Rz2 &= 3.6 * 0.006 * 0.01 \\ Rz2 &= 0.00022\end{aligned}$$

5.1.39.9) R2z

$$\begin{aligned}R2z &= Rb2 + Rc2 + Rm2 + Rv2 + Rw2 + Rz2 + Rvt2 + Rwt2 + Rzt2 \\ R2z &= 0.0143 * 10^{-4} + 0.00572 * 10^{-3} + 0.00025 + 0.036 * 10^{-6} + \\ &0.0072 * 10^{-3} + 0.00022 + 0.036 * 10^{-6} + 0.00036 + 0.018 \\ R2z &= 18.84 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 19 de 88
----------------	---	-------------------

6.1) R1

$R_a + R_b = 3.17 \times 10^{-5}$
 $R_1 = 3.33 \times 10^{-5}$
 $R_{t1} = 1 \times 10^{-5}$
 $R_1 > R_{t1}$
 $(R_a + R_b) > R_{t1}$
[Requer a instalação de SPDA ou MPS]

6.2) R2

$R_a + R_b = 0.00143 \times 10^{-3}$
 $R_2 = 18.84 \times 10^{-3}$
 $R_{t2} = 1 \times 10^{-3}$
 $R_2 > R_{t2}$
 $(R_a + R_b) \leq R_{t2}$
[Requer a instalação de SPDA ou MPS]

7) Nível de Proteção adotada: III

8) Método Utilizado

8.1) 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 = 1440 m².
Altura = 7 m.
Perímetro = 168 m.
Cantos Salientes da Estrutura = 4

Nível de Proteção III: Espaçamento médio = 15m

N = Perímetro / 15m + (número de cantos salientes) [N = 16] para
Nível de Proteção: III

N = Altura / 15m + (número de cantos salientes) | N = 7 / 15 + 4
| N = 5

N ≥ 2 (Para descidas não naturais)

N = 12 descidas.

10) Cálculo do Comprimento do Condutor enterrado horizontalmente

Condutor enterrado horizontalmente



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 20 de 88
----------------	---	-------------------

$r = 100 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo]
 $R = 5 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L = \text{Comprimento do Condutor Horizontal enterrado em (m)}$

$$L = (2 * r) / R$$
$$L = (2 * 100) / 5$$
$$L = 40 \text{ m}$$

$$l_1(\text{min}) = 5 \text{ m}$$

$$L = 40 \text{ m}$$

$$R_e = 26.74 \text{ m}$$
 [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$R_e \geq l_1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: 7m <= 15m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

Projeto: Almoxarifado e Vestiário

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

$Ng = 9$ [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Sudeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 45 m
Largura [W] = 16 m
Altura [H] = 5 m

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

$$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$$
$$Ad = 45 * 16 + 2 * (3 * 5) * (45 + 16) + 3.14159 * (3 * 5)^2$$
$$Ad = 3256.86 \text{ m}^2$$

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
 $C_d = 0.5$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 21 de 88
----------------	---	-------------------

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]

$$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$$
$$Nd = 0.01466$$

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

$$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$$
$$Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 22 de 88
----------------	---	-------------------

$$Am = 846398.16$$

$$Nm = 7.61758$$

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

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

$$Al = 40 * Ll$$

$$Al = 40000$$

$$Nl = 0.036$$

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

$$Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$$

$$Ai = 4000 * Ll$$

$$Ai = 4000000$$

$$Ni = 3.6$$

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

$$Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$$

$$Alt = 40 * Llt$$

$$Alt = 40000$$

$$Nlt = 0.036$$

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

$$Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$$

$$Ait = 4000 * Llt$$

$$Ait = 4000000$$

$$Nit = 3.6$$

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 não blindada

$$Cldt = 1$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 23 de 88
----------------	---	-------------------

$Clit = 1$

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 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 - Pld (Tabela B.8)

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

barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=2.5$)

$Pld = 1$

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 ($Uw=1.5$)

$Pldt = 1$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 24 de 88
----------------	---	-------------------

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

$$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_v = 0.02$$

4.28) Pvt - 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: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$n_z = 50$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$n_t = 50$$

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)

$$t_e = 8760$$

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

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 25 de 88
----------------	---	-------------------

Desprezar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

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

Avisos visíveis de alerta

$P_{tu} = 0.1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

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

DPS Classe II

$P_{spd} = 0.02$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (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 - 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 - 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) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

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

$P_c = 0.02$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 26 de 88
----------------	---	-------------------

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

$$\begin{aligned} Pct &= Pspdt * Cldt \\ Pct &= 1 \end{aligned}$$

5.1.18) Pms

$$\begin{aligned} Pms &= (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2 \\ Pms &= 0.16 \end{aligned}$$

5.1.19) Pmst

$$\begin{aligned} Pmst &= (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2 \\ Pmst &= 0.4489 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Pm &= Pspd * Pms \\ Pm &= 0.0032 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Pmt &= Pspdt * Pmst \\ Pm &= 0.4489 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Pu &= Ptu * Peb * Pld * Cld \\ Pu &= 0.002 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Put &= Ptu * Peb * Pldt * Cldt \\ Put &= 0.002 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Pw &= Pspd * Pld * Cld \\ Pw &= 0.02 \end{aligned}$$

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 27 de 88
----------------	---	-------------------

$$P_{wt} = P_{spd} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) P_{li}

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

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

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.006$$

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

$$P_{zt} = P_{spd} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.5$$

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

$$\text{Avisos de alerta}$$
$$P_{ta} = 0.1$$

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)



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 28 de 88
----------------	---	-------------------

Incêndio: Risco Baixo
 $rf = 0.001$

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

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

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) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $L_f = 0.1$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) L_a

$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_a = 0.0001$

5.1.36.5) L_u

$L_u = L_a = 0.0001$

5.1.36.6) L_e

$L_e = 1.0 * (t_e / 8760)$
 $L_e = 1$

5.1.36.7) L_b

$L_b = r_p * r_f * h_z * (L_f + L_e) * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 29 de 88
----------------	---	-------------------

$$L_b = 0.0011$$

5.1.36.8) L_v

$$L_v = L_b = 0.0011$$

5.1.36.9) L_c

$$L_c = L_o * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$$
$$L_c = 0$$

5.1.36.10) L_m L_w L_z

$$L_m = L_w = L_z = L_c = 0$$

5.1.37) L₂ - Perda inaceitável de serviço ao público

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

Gás, água, fornecimento de energia

$$L_{f2} = 0.1$$

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

Gás, água, fornecimento de energia

$$L_{o2} = 0.01$$

5.1.37.3) L_{b2}

$$L_{b2} = r_p * r_f * L_{f2} * (n_z / n_t)$$
$$L_{b2} = 0.00005$$

5.1.37.4) L_{v2}

$$L_{v2} = L_{b2} = 0.00005$$

5.1.37.5) L_{c2}

$$L_{c2} = L_{o2} * (n_z / n_t)$$
$$L_{c2} = 0.01$$

5.1.37.6) L_{m2} L_{w2} L_{z2}

$$L_{m2} = L_{w2} = L_{z2} = L_{c2} = 0.01$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 30 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned}Ra &= Nd * Pa * La \\Ra &= 0.01466 * 0.1 * 0.0001 \\Ra &= 0.01466 * 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned}Rb &= Nd * Pb * Lb \\Rb &= 0.01466 * 1 * 0.0011 \\Rb &= 0.01612 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned}Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\Ru &= (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001 \\Ru &= 0.0072 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned}Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\Rut &= (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001 \\Rut &= 0.0072 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned}Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\Rv &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011 \\Rv &= 0.00792 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\Rvt &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011 \\Rvt &= 0.00792 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\R1z &= 0.01466 * 10^{-5} + 0.01612 * 10^{-3} + 0.0072 * 10^{-6} + \\&0.00792 * 10^{-4} + 0.0072 * 10^{-6} + 0.00792 * 10^{-4} \\R1z &= 1.79 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R2] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb2



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 31 de 88
----------------	---	-------------------

$$\begin{aligned}Rb2 &= Nd * Pb * Lb2 \\Rb2 &= 0.01466 * 1 * 0.00005 \\Rb2 &= 0.00733 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc2

$$\begin{aligned}Rc2 &= Nd * Pc * Lc2 \\Rc2 &= 0.01466 * 0.02 * 0.01 \\Rc2 &= 0.02931 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm2

$$\begin{aligned}Rm2 &= Nm * Pm * Lm2 \\Rm2 &= 7.61758 * 0.0032 * 0.01 \\Rm2 &= 0.00024\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv2

$$\begin{aligned}Rv2 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv2 \\Rv2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\Rv2 &= 0.036 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt2

$$\begin{aligned}Rvt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv2 \\Rvt2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\Rvt2 &= 0.036 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw2

$$\begin{aligned}Rw2 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw2 \\Rw2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.01 \\Rw2 &= 0.0072 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt2

$$\begin{aligned}Rwt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw2 \\Rwt2 &= (0.036 + 0) * 1 * 0.01 \\Rwt2 &= 0.00036\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz2

$$\begin{aligned}Rz2 &= Ni * Pz * Lz2 \\Rz2 &= 3.6 * 0.006 * 0.01 \\Rz2 &= 0.00022\end{aligned}$$

5.1.39.9) R2z

$$\begin{aligned}R2z &= Rb2 + Rc2 + Rm2 + Rv2 + Rw2 + Rz2 + Rvt2 + Rwt2 + Rzt2 \\R2z &= 0.00733 * 10^{-4} + 0.02931 * 10^{-4} + 0.00024 + 0.036 * 10^{-6} +\end{aligned}$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 32 de 88
----------------	---	-------------------

$$0.0072 \times 10^{-3} + 0.00022 + 0.036 \times 10^{-6} + 0.00036 + 0.018$$
$$R_{2z} = 18.83 \times 10^{-3}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$R_a + R_b = 1.63 \times 10^{-5}$$
$$R_1 = 1.79 \times 10^{-5}$$
$$R_{t1} = 1 \times 10^{-5}$$
$$R_1 > R_{t1}$$
$$(R_a + R_b) > R_{t1}$$

[Requer a instalação de SPDA ou MPS]

6.2) R2

$$R_a + R_b = 0.000733 \times 10^{-3}$$
$$R_2 = 18.83 \times 10^{-3}$$
$$R_{t2} = 1 \times 10^{-3}$$
$$R_2 > R_{t2}$$
$$(R_a + R_b) \leq R_{t2}$$

[Requer a instalação de SPDA ou MPS]

7) Nível de Proteção adotada: III

8) Método Utilizado

8.1) 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 = 720 m².
Altura = 5 m.
Perímetro = 122 m.
Cantos Salientes da Estrutura = 4

Nível de Proteção III: Espaçamento médio = 15m

N = Perímetro / 15m + (número de cantos salientes) [N = 13] para
Nível de Proteção: III
N = Altura / 15m + (número de cantos salientes) | N = 5 / 15 + 4
| N = 5
N >= 2 (Para descidas não naturais)



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 33 de 88
----------------	---	-------------------

N = 10 descidas.

10) Cálculo do Comprimento do Condutor enterrado horizontalmente

Condutor enterrado horizontalmente

$r = 100 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo]
 $R = 5 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L =$ Comprimento do Condutor Horizontal enterrado em (m)

$L = (2 * r) / R$
 $L = (2 * 100) / 5$
 $L = 40 \text{ m}$

$l_1(\text{min}) = 5 \text{ m}$

$L = 40 \text{ m}$

$R_e = 19.42 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$R_e \geq l_1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: 5m <= 15m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

Projeto: Área de Monitoramento

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

$N_g = 9$ [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Sudeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 12 m
Largura [W] = 8 m
Altura [H] = 9.5 m

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

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$
 $Ad = 12 * 8 + 2 * (3 * 9.5) * (12 + 8) + 3.14159 * (3 * 9.5)^2$
 $Ad = 3787.76 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

A&D Engenharia e Serviços ME.

Rua Valentim Feltrin, 275 – Santa Cruz – Americana / SP.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 34 de 88
----------------	---	-------------------

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

$L1 = 1000 \text{ [m]}$

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

$L1t = 1000 \text{ [m]}$

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]

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
 $Nd = 0.01704$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 35 de 88
----------------	---	-------------------

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

$$\begin{aligned}Nm &= Ng * Am * 10^{-6} \\Am &= 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2 \\Am &= 805398.16 \\Nm &= 7.24858\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}Nl &= Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Al &= 40 * Ll \\Al &= 40000 \\Nl &= 0.036\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}Ni &= Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Ai &= 4000 * Ll \\Ai &= 4000000 \\Ni &= 3.6\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}Nlt &= Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Alt &= 40 * Llt \\Alt &= 40000 \\Nlt &= 0.036\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}Nit &= Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Ait &= 4000 * Llt \\Ait &= 4000000 \\Nit &= 3.6\end{aligned}$$

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
 $Cld = 1$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 36 de 88
----------------	---	-------------------

$Cli = 1$

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

Linha aérea 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: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$

$Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

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

$Uw = 2.5$

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 - Pld (Tabela B.8)

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

barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=2.5$)

$Pld = 1$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 37 de 88
----------------	---	-------------------

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

$$Pvt = Peb * Pldt * Cldt$$
$$Pvt = 0.02$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$nz = 50$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$nt = 50$$

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

$$tz = 8760$$

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

$$te = 8760$$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Considerar



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 38 de 88
----------------	---	-------------------

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)

Avisos visíveis de alerta
 $Ptu = 0.1$

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)

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)
 $Ks3 = 1$

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

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $Pspdt = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (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)
 $Ks3t = 1$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 39 de 88
----------------	---	-------------------

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

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

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

$$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$$
$$P_{mst} = 0.4489$$

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

$$P_m = P_{spd} * P_{ms}$$
$$P_m = 0.0032$$

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

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_m = 0.4489$$

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

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 0.002$$

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

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 0.002$$

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 40 de 88
----------------	---	-------------------

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

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

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) Pli

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) Plit

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

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

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.006$$

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

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.5$$

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

$$\text{Avisos de alerta}$$
$$P_{ta} = 0.1$$

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,



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 41 de 88
----------------	---	-------------------

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)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

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) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico

$L_f = 0.1$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável

$L_o = 0$

5.1.36.4) L_a

$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$

$L_a = 0.0001$

5.1.36.5) L_u

$L_u = L_a = 0.0001$

5.1.36.6) L_e



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 42 de 88
----------------	---	-------------------

$$L_e = 1.0 * (t_e / 8760)$$
$$L_e = 1$$

5.1.36.7) Lb

$$L_b = r_p * r_f * h_z * (L_f + L_e) * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$$
$$L_b = 0.0011$$

5.1.36.8) Lv

$$L_v = L_b = 0.0011$$

5.1.36.9) Lc

$$L_c = L_o * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$$
$$L_c = 0$$

5.1.36.10) Lm Lw Lz

$$L_m = L_w = L_z = L_c = 0$$

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

$$L_{f2} = 0.1$$

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

Gás, água, fornecimento de energia

$$L_{o2} = 0.01$$

5.1.37.3) Lb2

$$L_{b2} = r_p * r_f * L_{f2} * (n_z / n_t)$$
$$L_{b2} = 0.00005$$

5.1.37.4) Lv2

$$L_{v2} = L_{b2} = 0.00005$$

5.1.37.5) Lc2

$$L_{c2} = L_{o2} * (n_z / n_t)$$
$$L_{c2} = 0.01$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 43 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.37.6) Lm2 Lw2 Lz2

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

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned} Ra &= Nd * Pa * La \\ Ra &= 0.01704 * 0.1 * 0.0001 \\ Ra &= 0.01704 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned} Rb &= Nd * Pb * Lb \\ Rb &= 0.01704 * 1 * 0.0011 \\ Rb &= 0.01875 * 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned} Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\ Ru &= (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001 \\ Ru &= 0.0072 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned} Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\ Rut &= (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001 \\ Rut &= 0.0072 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned} Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\ Rv &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011 \\ Rv &= 0.00792 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned} Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\ Rvt &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011 \\ Rvt &= 0.00792 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.01704 * 10^{-5} + 0.01875 * 10^{-3} + 0.0072 * 10^{-6} + \\ &0.00792 * 10^{-4} + 0.0072 * 10^{-6} + 0.00792 * 10^{-4} \\ R1z &= 2.05 \times 10^{-5} \end{aligned}$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 44 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.39) Riscos [R2] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb2

$$\begin{aligned}Rb2 &= Nd * Pb * Lb2 \\Rb2 &= 0.01704 * 1 * 0.00005 \\Rb2 &= 0.00852 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc2

$$\begin{aligned}Rc2 &= Nd * Pc * Lc2 \\Rc2 &= 0.01704 * 0.02 * 0.01 \\Rc2 &= 0.03409 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm2

$$\begin{aligned}Rm2 &= Nm * Pm * Lm2 \\Rm2 &= 7.24858 * 0.0032 * 0.01 \\Rm2 &= 0.00023\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv2

$$\begin{aligned}Rv2 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv2 \\Rv2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\Rv2 &= 0.036 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt2

$$\begin{aligned}Rvt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv2 \\Rvt2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\Rvt2 &= 0.036 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw2

$$\begin{aligned}Rw2 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw2 \\Rw2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.01 \\Rw2 &= 0.0072 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt2

$$\begin{aligned}Rwt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw2 \\Rwt2 &= (0.036 + 0) * 1 * 0.01 \\Rwt2 &= 0.00036\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz2

$$Rz2 = Ni * Pz * Lz2$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 45 de 88
----------------	---	-------------------

$$R_{z2} = 3.6 * 0.006 * 0.01$$

$$R_{z2} = 0.00022$$

5.1.39.9) R_{2z}

$$R_{2z} = R_{b2} + R_{c2} + R_{m2} + R_{v2} + R_{w2} + R_{z2} + R_{vt2} + R_{wt2} + R_{zt2}$$

$$R_{2z} = 0.00852 * 10^{-4} + 0.03409 * 10^{-4} + 0.00023 + 0.036 * 10^{-6} + 0.0072 * 10^{-3} + 0.00022 + 0.036 * 10^{-6} + 0.00036 + 0.018$$

$$R_{2z} = 18.82 \times 10^{-3}$$

6) Risco Total

6.1) R₁

$$R_a + R_b = 1.89 \times 10^{-5}$$

$$R_1 = 2.05 \times 10^{-5}$$

$$R_{t1} = 1 \times 10^{-5}$$

$$R_1 > R_{t1}$$

$$(R_a + R_b) > R_{t1}$$

[Requer a instalação de SPDA ou MPS]

6.2) R₂

$$R_a + R_b = 0.000852 \times 10^{-3}$$

$$R_2 = 18.82 \times 10^{-3}$$

$$R_{t2} = 1 \times 10^{-3}$$

$$R_2 > R_{t2}$$

$$(R_a + R_b) \leq R_{t2}$$

[Requer a instalação de SPDA ou MPS]

7) Nível de Proteção adotada: III

8) Método Utilizado

8.1) 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]

$$\text{Area} = 96 \text{ m}^2.$$

$$\text{Altura} = 9.5 \text{ m}.$$

$$\text{Perímetro} = 40 \text{ m}.$$

$$\text{Cantos Salientes da Estrutura} = 4$$

Nível de Proteção III: Espaçamento médio = 15m

A&D Engenharia e Serviços ME.

Rua Valentim Feltrin, 275 – Santa Cruz – Americana / SP.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 46 de 88
----------------	---	-------------------

$N = \text{Perímetro} / 15\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 7] para
Nível de Proteção: III
 $N = \text{Altura} / 15\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 9.5 / 15 +$
4 | $N = 5$
 $N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

 $N = 7$ descidas.

10) Cálculo do Comprimento do Condutor enterrado horizontalmente

Condutor enterrado horizontalmente

$r = 100 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo]
 $R = 5 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L = \text{Comprimento do Condutor Horizontal enterrado em (m)}$

$L = (2 * r) / R$
 $L = (2 * 100) / 5$
 $L = 40 \text{ m}$

$l_1(\text{min}) = 5 \text{ m}$

$L = 40 \text{ m}$

$R_e = 6.37 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$R_e \geq l_1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: $9.5\text{m} \leq 15\text{m}$ (Não é necessário anél horizontal intermediário)

Projeto: Estande de tiros e Treinamento

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

$N_g = 9$ [Descargas / km^2/ano]
Fonte = Mapa - Sudeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 25 m
Largura [W] = 6 m
Altura [H] = 9.5 m



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 47 de 88
----------------	---	-------------------

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

$$\begin{aligned}Ad &= L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2 \\Ad &= 25 * 6 + 2 * (3 * 9.5) * (25 + 6) + 3.14159 * (3 * 9.5)^2 \\Ad &= 4468.76 \text{ m}^2\end{aligned}$$

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)

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)



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 48 de 88
----------------	---	-------------------

Urbano
Cet = 0.1

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

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
Nd = 0.02011

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 = 816398.16
Nm = 7.34758

4.12) Nl - 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 = 0.036

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 = 3.6

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 = 0.036

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 = 3.6

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 49 de 88
----------------	---	-------------------

Estrutura não protegida por SPDA
 $P_b = 1$

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 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 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).

$U_w = 2.5$

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)

DPS Classe II
 $P_{eb} = 0.02$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 50 de 88
----------------	---	-------------------

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 ($U_w=2.5$)
 $Pld = 1$

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

$$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_v = 0.02$$

4.28) Pvt - 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: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$n_z = 50$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$n_t = 50$$

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)

$$t_e = 8760$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 51 de 88
----------------	---	-------------------

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

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)

Avisos visíveis de alerta
 $Ptu = 0.1$

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)

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)
 $Ks3 = 1$

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

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $Pspdt = 1$

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 52 de 88
----------------	---	-------------------

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

$$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$$
$$P_{ct} = 1$$

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}

$$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$$
$$P_{mst} = 0.4489$$

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

$$P_m = P_{spd} * P_{ms}$$
$$P_m = 0.0032$$

5.1.21) P_{mt} - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_{mt} = 0.4489$$

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

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 0.002$$

5.1.23) P_{ut} - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 53 de 88
----------------	---	-------------------

vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 0.002$$

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

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

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

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) Pli

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) Plit

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

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

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.006$$

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

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.5$$

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

$$\text{Avisos de alerta}$$
$$P_{ta} = 0.1$$

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

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 54 de 88
----------------	---	-------------------

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)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

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) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $L_f = 0.1$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) L_a

$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_a = 0.0001$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 55 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.0001$$

5.1.36.6) Le

$$Le = 1.0 * (te / 8760)$$
$$Le = 1$$

5.1.36.7) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * (Lf + Le) * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.0011$$

5.1.36.8) Lv

$$Lv = Lb = 0.0011$$

5.1.36.9) Lc

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

5.1.36.10) 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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 56 de 88
----------------	---	-------------------

$$Lv2 = Lb2 = 0.00005$$

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) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$

$$Ra = 0.02011 * 0.1 * 0.0001$$

$$Ra = 0.02011 * 10^{-5}$$

5.1.38.2) Rb

$$Rb = Nd * Pb * Lb$$

$$Rb = 0.02011 * 1 * 0.0011$$

$$Rb = 0.02212 * 10^{-3}$$

5.1.38.3) Ru

$$Ru = (Nl + Ndj) * Pu * Lu$$

$$Ru = (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001$$

$$Ru = 0.0072 * 10^{-6}$$

5.1.38.4) Rut

$$Rut = (Nlt + Ndjl) * Put * Lu$$

$$Rut = (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001$$

$$Rut = 0.0072 * 10^{-6}$$

5.1.38.5) Rv

$$Rv = (Nl + Ndj) * Pv * Lv$$

$$Rv = (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011$$

$$Rv = 0.00792 * 10^{-4}$$

5.1.38.6) Rvt

$$Rvt = (Nlt + Ndjl) * Pvt * Lv$$

$$Rvt = (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011$$

$$Rvt = 0.00792 * 10^{-4}$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 57 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.02011 \cdot 10^{-5} + 0.02212 \cdot 10^{-3} + 0.0072 \cdot 10^{-6} + \\ &0.00792 \cdot 10^{-4} + 0.0072 \cdot 10^{-6} + 0.00792 \cdot 10^{-4} \\ R1z &= 2.39 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R2] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb2

$$\begin{aligned} Rb2 &= Nd * Pb * Lb2 \\ Rb2 &= 0.02011 * 1 * 0.00005 \\ Rb2 &= 0.01005 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc2

$$\begin{aligned} Rc2 &= Nd * Pc * Lc2 \\ Rc2 &= 0.02011 * 0.02 * 0.01 \\ Rc2 &= 0.04022 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm2

$$\begin{aligned} Rm2 &= Nm * Pm * Lm2 \\ Rm2 &= 7.34758 * 0.0032 * 0.01 \\ Rm2 &= 0.00024 \end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv2

$$\begin{aligned} Rv2 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv2 \\ Rv2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\ Rv2 &= 0.036 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt2

$$\begin{aligned} Rvt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv2 \\ Rvt2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\ Rvt2 &= 0.036 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw2

$$\begin{aligned} Rw2 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw2 \\ Rw2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.01 \\ Rw2 &= 0.0072 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt2



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 58 de 88
----------------	---	-------------------

$$\begin{aligned}Rwt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw2 \\Rwt2 &= (0.036 + 0) * 1 * 0.01 \\Rwt2 &= 0.00036\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz2

$$\begin{aligned}Rz2 &= Ni * Pz * Lz2 \\Rz2 &= 3.6 * 0.006 * 0.01 \\Rz2 &= 0.00022\end{aligned}$$

5.1.39.9) R2z

$$\begin{aligned}R2z &= Rb2 + Rc2 + Rm2 + Rv2 + Rw2 + Rz2 + Rvt2 + Rwt2 + Rzt2 \\R2z &= 0.01005*10^{-4} + 0.04022*10^{-4} + 0.00024 + 0.036*10^{-6} + \\&0.0072*10^{-3} + 0.00022 + 0.036*10^{-6} + 0.00036 + 0.018 \\R2z &= 18.82 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 2.23 \times 10^{-5} \\R1 &= 2.39 \times 10^{-5} \\Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\R1 &> Rt1 \\(Ra + Rb) &> Rt1 \\&[\text{Requer a instalação de SPDA ou MPS}]\end{aligned}$$

6.2) R2

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.00101 \times 10^{-3} \\R2 &= 18.82 \times 10^{-3} \\Rt2 &= 1 \times 10^{-3} \\R2 &> Rt2 \\(Ra + Rb) &\leq Rt2 \\&[\text{Requer a instalação de SPDA ou MPS}]\end{aligned}$$

7) Nível de Proteção adotada: III

8) Método Utilizado

8.1) 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]

A&D Engenharia e Serviços ME.

Rua Valentim Feltrin, 275 – Santa Cruz – Americana / SP.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 59 de 88
----------------	---	-------------------

Area = 150 m².
Altura = 9.5 m.
Perímetro = 62 m.
Cantos Salientes da Estrutura = 4

Nível de Proteção III: Espaçamento médio = 15m

N = Perímetro / 15m + (número de cantos salientes) [N = 9] para
Nível de Proteção: III
N = Altura / 15m + (número de cantos salientes) | N = 9.5 / 15 +
4 | N = 5
N >= 2 (Para descidas não naturais)

N = 11 descidas.

10) Cálculo do Comprimento do Condutor enterrado horizontalmente

Condutor enterrado horizontalmente

r = 100 ohms.m [resistividade do solo]
R = 5 ohms [Resistência de aterramento]
L = Comprimento do Condutor Horizontal enterrado em (m)

$L = (2 * r) / R$
 $L = (2 * 100) / 5$
L = 40 m

l₁(min) = 5 m

L = 40 m

Re = 9.87 m [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [Re >= l₁] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: 9.5m <= 15m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

Projeto: Garagem

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

Ng = 9 [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Sudeste

A&D Engenharia e Serviços ME.

Rua Valentim Feltrin, 275 – Santa Cruz – Americana / SP.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 60 de 88
----------------	---	-------------------

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 65 m
Largura [W] = 6 m
Altura [H] = 2.5 m

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

$$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$$
$$Ad = 65 * 6 + 2 * (3 * 2.5) * (65 + 6) + 3.14159 * (3 * 2.5)^2$$
$$Ad = 1631.71 \text{ m}^2$$

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)

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)



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 61 de 88
----------------	---	-------------------

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

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

Urbano
 $C_{et} = 0.1$

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

$N_d = N_g * A_d * C_d * 10^{-6}$
 $N_d = 0.00734$

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

$N_m = N_g * A_m * 10^{-6}$
 $A_m = 2 * 500 * (L + W) + P_i * 500^2$
 $A_m = 856398.16$
 $N_m = 7.70758$

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

$N_l = N_g * A_l * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
 $A_l = 40 * L_l$
 $A_l = 40000$
 $N_l = 0.036$

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

$N_i = N_g * A_i * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
 $A_i = 4000 * L_l$
 $A_i = 4000000$
 $N_i = 3.6$

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

$N_{lt} = N_g * A_l * C_{it} * C_{et} * C_{tt} * 10^{-6}$
 $A_{lt} = 40 * L_{lt}$
 $A_{lt} = 40000$
 $N_{lt} = 0.036$

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 62 de 88
----------------	---	-------------------

$Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
 $Ait = 4000 * Llt$
 $Ait = 4000000$
 $Nit = 3.6$

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 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).

$Uw = 2.5$

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 63 de 88
----------------	---	-------------------

$$K_{s4t} = 0.67$$

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

DPS Classe II

$$P_{eb} = 0.02$$

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 ($U_w=2.5$)

$$P_{ld} = 1$$

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

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

$$P_v = 0.02$$

4.28) Pvt - 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: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$n_z = 10$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$n_t = 10$$

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

$$t_z = 8760$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 64 de 88
----------------	---	-------------------

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

$t_e = 8760$

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

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)

Avisos visíveis de alerta

$P_{tu} = 0.1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

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

DPS Classe II

$P_{spd} = 0.02$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (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 - Pspdt (Tabela B.3)

A&D Engenharia e Serviços ME.

Rua Valentim Feltrin, 275 – Santa Cruz – Americana / SP.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 65 de 88
----------------	---	-------------------

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spdt} = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (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) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

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

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

$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$
 $P_{mst} = 0.4489$

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

$P_m = P_{spd} * P_{ms}$
 $P_m = 0.0032$

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

$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$
 $P_m = 0.4489$

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



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 66 de 88
----------------	---	-------------------

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 0.002$$

5.1.23) P_{ut} - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 0.002$$

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

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

5.1.25) P_{wt} - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) P_{li}

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

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

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.006$$

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

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.5$$

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

$$\text{Avisos de alerta}$$
$$P_{ta} = 0.1$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 67 de 88
----------------	---	-------------------

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

Agricultura, concreto (Resistência de contato ≤ 1 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)

Incêndio: Risco Baixo
 $r_f = 0.001$

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

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

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) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $L_f = 0.1$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 68 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.36.4) La

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.0001$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.0001$$

5.1.36.6) Le

$$Le = 1.0 * (te / 8760)$$
$$Le = 1$$

5.1.36.7) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * (Lf + Le) * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.0011$$

5.1.36.8) Lv

$$Lv = Lb = 0.0011$$

5.1.36.9) Lc

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

5.1.36.10) 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)

$$\text{Gás, água, fornecimento de energia}$$
$$Lf2 = 0.1$$

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

$$\text{Gás, água, fornecimento de energia}$$
$$Lo2 = 0.01$$

5.1.37.3) Lb2



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 69 de 88
----------------	---	-------------------

$$\begin{aligned}Lb2 &= rp * rf * Lf2 * (nz / nt) \\Lb2 &= 0.00005\end{aligned}$$

5.1.37.4) Lv2

$$Lv2 = Lb2 = 0.00005$$

5.1.37.5) Lc2

$$\begin{aligned}Lc2 &= Lo2 * (nz / nt) \\Lc2 &= 0.01\end{aligned}$$

5.1.37.6) Lm2 Lw2 Lz2

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

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned}Ra &= Nd * Pa * La \\Ra &= 0.00734 * 0.1 * 0.0001 \\Ra &= 0.00734 * 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned}Rb &= Nd * Pb * Lb \\Rb &= 0.00734 * 1 * 0.0011 \\Rb &= 0.00808 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned}Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\Ru &= (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001 \\Ru &= 0.0072 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned}Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\Rut &= (0.036 + 0) * 0.002 * 0.0001 \\Rut &= 0.0072 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned}Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\Rv &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011 \\Rv &= 0.00792 * 10^{-4}\end{aligned}$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 70 de 88
----------------	---	-------------------

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\Rvt &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.0011 \\Rvt &= 0.00792 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\R1z &= 0.00734 * 10^{-5} + 0.00808 * 10^{-3} + 0.0072 * 10^{-6} + \\&0.00792 * 10^{-4} + 0.0072 * 10^{-6} + 0.00792 * 10^{-4} \\R1z &= 0.975 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R2] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb2

$$\begin{aligned}Rb2 &= Nd * Pb * Lb2 \\Rb2 &= 0.00734 * 1 * 0.00005 \\Rb2 &= 0.03671 * 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc2

$$\begin{aligned}Rc2 &= Nd * Pc * Lc2 \\Rc2 &= 0.00734 * 0.02 * 0.01 \\Rc2 &= 0.01469 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm2

$$\begin{aligned}Rm2 &= Nm * Pm * Lm2 \\Rm2 &= 7.70758 * 0.0032 * 0.01 \\Rm2 &= 0.00025\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv2

$$\begin{aligned}Rv2 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv2 \\Rv2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\Rv2 &= 0.036 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt2

$$\begin{aligned}Rvt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv2 \\Rvt2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.00005 \\Rvt2 &= 0.036 * 10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw2

$$Rw2 = (Nl + Ndj) * Pw * Lw2$$



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 71 de 88
----------------	---	-------------------

$$\begin{aligned}Rw2 &= (0.036 + 0) * 0.02 * 0.01 \\Rw2 &= 0.0072 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt2

$$\begin{aligned}Rwt2 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw2 \\Rwt2 &= (0.036 + 0) * 1 * 0.01 \\Rwt2 &= 0.00036\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz2

$$\begin{aligned}Rz2 &= Ni * Pz * Lz2 \\Rz2 &= 3.6 * 0.006 * 0.01 \\Rz2 &= 0.00022\end{aligned}$$

5.1.39.9) R2z

$$\begin{aligned}R2z &= Rb2 + Rc2 + Rm2 + Rv2 + Rw2 + Rz2 + Rvt2 + Rwt2 + Rzt2 \\R2z &= 0.03671 * 10^{-5} + 0.01469 * 10^{-4} + 0.00025 + 0.036 * 10^{-6} + \\&0.0072 * 10^{-3} + 0.00022 + 0.036 * 10^{-6} + 0.00036 + 0.018 \\R2z &= 18.83 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.815 \times 10^{-5} \\R1 &= 0.975 \times 10^{-5} \\Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\R1 &\leq Rt1 \\(Ra + Rb) &\leq Rt1 \\[OK]\end{aligned}$$

6.2) R2

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.000367 \times 10^{-3} \\R2 &= 18.83 \times 10^{-3} \\Rt2 &= 1 \times 10^{-3} \\R2 &> Rt2 \\(Ra + Rb) &\leq Rt2 \\[Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

6.3) Estrutura Desprotegida: Talvez a instalação de DPS ou outros MPSs evitem a necessidade de um SPDA.

$$\begin{aligned}Rab1 &\leq Rt1 \\Rab2 &\leq Rt2\end{aligned}$$

7) Nível de Proteção adotada: III

A&D Engenharia e Serviços ME.

Rua Valentim Feltrin, 275 – Santa Cruz – Americana / SP.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 72 de 88
----------------	---	-------------------

8) Método Utilizado

8.1) 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 = 390 m².
Altura = 2.5 m.
Perímetro = 142 m.
Cantos Salientes da Estrutura = 4

Nível de Proteção III: Espaçamento médio = 15m

N = Perímetro / 15m + (número de cantos salientes) [N = 14] para
Nível de Proteção: III
N = Altura / 15m + (número de cantos salientes) | N = 2.5 / 15 +
4 | N = 5
N >= 2 (Para descidas não naturais)
N = 16 descidas.

10) Cálculo do Comprimento do Condutor enterrado horizontalmente

Condutor enterrado horizontalmente

r = 100 ohms.m [resistividade do solo]
R = 5 ohms [Resistência de aterramento]
L = Comprimento do Condutor Horizontal enterrado em (m)

$L = (2 * r) / R$
 $L = (2 * 100) / 5$
L = 40 m

l₁(min) = 5 m

L = 40 m

Re = 22.6 m [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [Re >= l₁] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 73 de 88
----------------	---	-------------------

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: 2.5m <= 15m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

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

Cobre - Fita maciça	35mm ²	Espessura 1.75 mm
Cobre - Arredondado maciço	35mm ²	Diâmetro 6 mm
Cobre - Encordado	35mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2.5mm
Cobre - Arredondado maciço (b)	200mm ²	Diâmetro 16 mm
Alumínio - Fita maciça	70mm ²	Espessura 3 mm
Alumínio - Arredondado maciço	70mm ²	Diâmetro 9.5mm
Alumínio - Encordado	70mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3.5mm
Alumínio - Arredondado maciço (b)	200mm ²	Diâmetro 16 mm
Aço Cobreado IACS 30% - Arredondado maciço	50mm ²	Diâmetro 8 mm
Aço Cobreado IACS 30% - Encordado	50mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio Cobreado IACS 64% - Arredondado maciço	50mm ²	Diâmetro 8 mm
Alumínio Cobreado IACS 64% - Encordado	70mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3.6 mm
Aço Galv.a quente - Fita maciça	50mm ²	Espessura mínima 2.5mm
Aço Galv.a quente - Arredondado maciço	50mm ²	Diâmetro 8 mm
Aço Galv.a quente - Encordado	50mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 1.7 mm
Aço Galv.a quente - Arredondado maciço (b)	200mm ²	Diâmetro 16 mm
Aço Inoxidável - Fita maciça	50mm ²	Espessura 2 mm
Aço Inoxidável - Arredondado maciço	50mm ²	Diâmetro 8 mm
Aço Inoxidável - Encordado	70mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 1.7 mm
Aço Inoxidável - Arredondado maciço (b)	200mm ²	Diâmetro 16 mm

(b) - Aplicável somente a minicaptadores. 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 - Encordado - 50 mm ² - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm
Cobre - Arredondado maciço - 50mm ² - Diâmetro 8 mm
Cobre - Fita maciça - 50 mm ² - Espessura 2mm
Cobre - Arredondado maciço - Eletrodo cravado 15mm
Cobre - Tubo - Eletrodo cravado 20mm - Espessura da parede 2 mm



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 74 de 88
----------------	---	-------------------

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 - Encordado - 70 mm²
Aço Cobreado - Arredondado maciço - Eletrodo cravado 12.7mm
Aço Cobreado - Encordado 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

Software: Pró Elétrica - Versão: 20d7 - 26/07/2025

3.1.2 Definição dos materiais

O fabricante utilizado como referência dos materiais é a Termotécnica Para-raios ou similar:

Sistema de aterramento: cabo de cobre nu $\phi 50\text{mm}^2$ - 7 fios x $\phi 3\text{mm}$ (NBR 6524);



CABOS DE COBRE NU

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 5716	Cabo de Cobre nu 16mm^2 - 7 fios x $\phi 1,70\text{mm}$ (NBR 6524)
Tel 5725	Cabo de Cobre nu 25mm^2 - 7 fios x $\phi 2,06\text{mm}$ (NBR 6524)
Tel 5735	Cabo de Cobre nu 35mm^2 - 7 fios x $\phi 2,50\text{mm}$ (NBR 6524)
Tel 5750	Cabo de Cobre nu 50mm^2 - 7 fios x $\phi 3,00\text{mm}$ (NBR 6524)
Tel 5770	Cabo de Cobre nu 70mm^2 - 7 fios x $\phi 3,45\text{mm}$ (NBR 6524)
Tel 5795	Cabo de Cobre nu 95mm^2 - 7 fios x $\phi 4,12\text{mm}$ (NBR 6524)

Haste de aterramento: cobreada de alta camada $\phi 5/8"$ x 2,4m (NBR 13571);

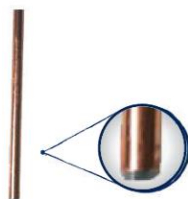
HASTES DE ATERRAMENTO COBREADAS - ALTA CAMADA

As hastes de aterramento possuem núcleo de aço SAE 1010/1020 com revestimento de Cobre eletrolítico de pureza mínima de 95% sem traços de Zinco. A camada de Cobre que constitui o revestimento do aço é obtida através do processo de eletrodeposição anódica de modo a assegurar uma união inseparável e homogênea entre os dois metais.

Conforme NBR 13571

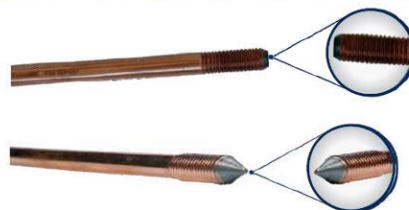


HASTES DE ALTA CAMADA



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 5814	$\phi 5/8"$ x 2,40m ($\phi 14,3\text{mm}$ - efetivo)
Tel 5820	$\phi 5/8"$ x 3,00m ($\phi 14,3\text{mm}$ - efetivo)
Tel 5822	$\phi 3/4"$ x 2,40m ($\phi 17,3\text{mm}$ - efetivo)
Tel 5823	$\phi 3/4"$ x 3,00m ($\phi 17,3\text{mm}$ - efetivo)

HASTES PROLONGÁVEIS DE ALTA CAMADA



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 5838	$\phi 3/4"$ x 3,00m - prolongável ($\phi 17,3\text{mm}$ - efetivo)
Tel 5839	$\phi 5/8"$ x 3,00m - prolongável ($\phi 14,3\text{mm}$ - efetivo)

Todas as conexões enterradas serão através de conectores, cobertos com massa calafetadora. Dessa maneira, as conexões ficarão em de caixa de inspeção.

Conectores tipo split-bolt e terminais estanhados de compressão.

PROTEÇÃO E FIXAÇÃO DOS CONDUTORES **Termotécnica**

CONECTORES DE PRESSÃO TIPO SPLIT-BOLT



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 5011	Split-bolt 16mm ² - acab. natural
Tel 5013	Split-bolt 25mm ² - acab. natural
Tel 5015	Split-bolt 35mm ² - acab. natural
Tel 5018	Split-bolt 50mm ² - acab. natural
Tel 5020	Split-bolt 70mm ² - acab. estanhado
Tel 5022	Split-bolt 95mm ² - acab. estanhado

CONECTORES TIPO SPLIT-BOLT BIMETÁLICOS



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 5408	Bimetálico 10mm ² - acab. estanhado
Tel 5411	Bimetálico 16mm ² - acab. estanhado
Tel 5413	Bimetálico 25mm ² - acab. estanhado
Tel 5415	Bimetálico 35mm ² - acab. estanhado
Tel 5418	Bimetálico 50mm ² - acab. estanhado
Tel 5420	Bimetálico 70mm ² - acab. estanhado

**TERMINAIS ESTANHADOS
1 FURO 1 COMPRESSÃO**



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 5110	Terminal 1 furo 1 compressão - 10mm ²
Tel 5116	Terminal 1 furo 1 compressão - 16mm ²
Tel 5125	Terminal 1 furo 1 compressão - 25mm ²
Tel 5135	Terminal 1 furo 1 compressão - 35mm ²
Tel 5150	Terminal 1 furo 1 compressão - 50mm ²
Tel 5170	Terminal 1 furo 1 compressão - 70mm ²
Tel 5195	Terminal 1 furo 1 compressão - 95mm ²

**TERMINAIS ESTANHADOS
2 FUROS 1 COMPRESSÃO**



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 5171	Terminal 2 furos 1 compressão - 16mm ²
Tel 5172	Terminal 2 furos 1 compressão - 25mm ²
Tel 5173	Terminal 2 furos 1 compressão - 35mm ²
Tel 5175	Terminal 2 furos 1 compressão - 50mm ²
Tel 5177	Terminal 2 furos 1 compressão - 70mm ²
Tel 5179	Terminal 2 furos 1 compressão - 95mm ²

LUVAS DE COMPRESSÃO ESTANHADAS



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 5183	Para cabo 35mm ²
Tel 5185	Para cabo 50mm ²
Tel 5187	Para cabo 70mm ²

CONECTORES PARALELOS EM ALUMÍNIO



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 711	Paralelo para cabos de Alumínio 70mm ²
Tel 714	Duplo multidirecional para cruzamento de cabos de Alumínio 70mm ²

Caixa de inspeção e conector de medição.



CAIXA DE INSPEÇÃO EM POLIPROPILENO



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 541	Em PP com anti-UV e anti-chama 123 x 158 x 87mm - bocal Ø 1" (DN 32)

CAIXAS DE INSPEÇÃO EM ALUMÍNIO



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 540	Em Alumínio com bocal Ø 1" (DN 32) interno e Ø 2" (DN 60) externo - 160 x 160 x 70mm
Tel 542	Em Alumínio com furo Ø 1" (DN 32) - sem bocal 145 x 180 x 70mm

CONECTORES DE MEDIÇÃO



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 560	Em latão com 4 parafusos - para cabos de Cobre / aço cobreado 35-70mm ²
Tel 562	Em latão com 2 parafusos - para cabos de Cobre / aço cobreado 35-70mm ²

CONECTORES DE MEDIÇÃO BIMETÁLICOS



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 561	Em liga de Alumínio com 2 parafusos - cabos 50-70mm ²
Tel 565	Em Bronze estanhado com 1 parafuso - cabos 35-70mm ²

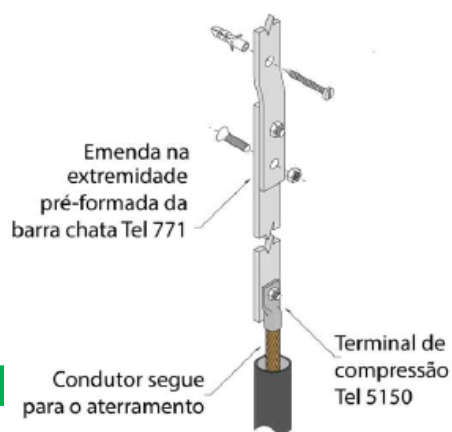
Barra chata de alumínio



BARRAS CHATAS CONDUTORAS EM ALUMÍNIO COM FUROS



CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Tel 770	Em Alumínio com furos Ø 7mm - 3/4" x 1/4" x 3m (120mm²)
Tel 771	Em Alumínio com furos Ø 7mm - 7/8" x 1/8" x 3m (70mm²)



Exemplo de transição entre descida e aterramento

Soldas Exotérmicas



Termotécnica
Paraná

ELEMENTOS DE
ATERRAMENTO E
EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

SOLDAS EXOTÉRMICAS E ACESSÓRIOS



Comercializamos toda a linha de acessórios para soldas exotérmicas: moldes, cartuchos, alicates, ignitores, escovas, discos, luvas para cravar hastes e limpadores de molde.



Exemplo de aplicação



Aspecto final da Solda MHCL

Exemplos de moldes mais utilizados



MHCL

PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MHCL 5/8. 35-5	90	GRANDE
MHCL 5/8. 50-5	115	GRANDE
MHCL 3/4. 35-5	90	GRANDE
MHCL 3/4. 50-5	115	GRANDE



MXSH

PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MXSH 35.35-3	90	GRANDE
MXSH 50.50-8	150	GRANDE
MXSH 50.35-8	115	GRANDE



MCCH

PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MCCH 35-2	25	PEQUENO
MCCH 50-2	32	PEQUENO
MCCH 70-2	45	PEQUENO



MCDH

PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MCDH 35.35-2	32	PEQUENO
MCDH 50.50-3	90	GRANDE
MCDH 50.35-2	32	PEQUENO



MHTH

PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MHTH 5/8.50-4A	150	GRANDE
MHTH 3/4.50-4A	150	GRANDE



MSEB

PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MSEB 35-2	150	GRANDE
MSEB 50-3	150	GRANDE

Para outros modelos, favor consultar www.tel.com.br

Continuação Soldas Exotérmicas



Exemplos de moldes mais utilizados

MHCT



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MHCT 5/8. 35-2	65	PEQUENO
MHCT 5/8. 50-3	90	GRANDE
MHCT 3/4. 35-3	90	GRANDE
MHCT 3/4. 50-3	115	GRANDE

MXPH



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MXPH 35.35-2	45	PEQUENO
MXPH 50.50-3	90	GRANDE
MXPH 50.35-3	90	GRANDE

MSCA



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MSCA 35-1	45	NÃO USA
MSCA 50-3	90	GRANDE
MSCA 70-3	90	GRANDE

MSPE



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MSPE 50.50-3	90	GRANDE
MSPE 70.70-3	115	GRANDE

MHXS



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MHXS 5/8.50-4A	200	GRANDE
MHXS 3/4.50-4A	200	GRANDE

MHCJ



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MHCJ 5/8.50-3	90	GRANDE
MHCJ 3/4.50-3	90	GRANDE

MPPS



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MPPS 35.35-2	45	PEQUENO
MPPS 50.50-3	90	GRANDE
MPPS 50.35-2	45	PEQUENO

MHPS



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MHPS 5/8.50-9	200	GRANDE
MHPS 3/4.50-9	200	GRANDE

MHCX



PADRÃO		
MOLDE	CART.	ALICATE
MHCX 5/8.50-4A	150	GRANDE
MHCX 3/4.50-4A	200	GRANDE

Para outros modelos, favor consultar www.tel.com.br



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 81 de 88
----------------	---	-------------------

4 DESCRITIVO DE INSTALAÇÕES

Este memorial objetiva descrever as instruções e recomendações de instalação, dentro das responsabilidades e limites aqui definidos, a fim de maximizar o auxílio à implantação do projeto apresentado.

4.1 Montagem e Instalação

A montagem e instalação do projeto em questão deverão ser executadas conforme os dados, normas e documentos relacionados neste memorial. Para este tipo de serviço, pode também ser levada em conta a experiência e capacitação dos profissionais da Montadora.

4.2 Desvios

Quaisquer desvios em relação a este memorial, durante a montagem e instalação, deverão ser claramente indicados na documentação de instalação fornecida pelo projeto, com justificativas claras e em comum acordo com o projetista responsável.

Os itens não citados como desvios subentendem-se que ficarão de inteira responsabilidade da Montadora quanto aos artigos técnicos regulamentadores do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego), ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e normas internas do cliente.

4.3 Responsabilidade Técnica

O responsável pelo projeto se reserva no direito de, em comum acordo com as normas técnicas e regulamentadoras, rejeitar qualquer proposta ou mesmo cancelar a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) em circunstância que seja forçado à fugir das conformidades técnicas citadas, justificando sua atitude a qualquer órgão competente. Fica-se entendido, portanto, que tais providências serão tomadas sempre em benefício do projeto e da qualidade técnica esperada pelo cliente.

4.4 Orientação Técnica

A Montadora deverá usar seus conhecimentos e familiaridade com outros serviços já executados a fim de orientar as condições de trabalho a desenvolver, no prazo estipulado e sempre em conformidade com a NR-10 do MTE, obedecendo as melhores técnicas e procedimentos de execução dos serviços propostos, garantindo-os contra eventuais falhas de mão-de-obra, impropriedade dos métodos de execução e qualidade dos materiais fornecidos, responsabilizando-se tecnicamente pela execução dos mesmos na forma da legislação em vigor.

Qualquer dúvida ou esclarecimento poderá ser feito através dos seguintes contatos:

A&D Engenharia e Serviços ME.

Rua Valentim Feltrin, 275 – Santa Cruz – Americana / SP.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 82 de 88
----------------	---	-------------------

4.4.1 Cliente

Cleiton

Cel: (19) 98975-6281

4.4.2 A&D Engenharia

Departamento de Projeto

Alexandre Messias Capana da Silva (Engenheiro Eletricista)

E-mail: alexandrecapana@hotmail.com

Cel: (19) 99556-5795

4.5 Comunicação Entre as Partes

A comunicação deverá ser feita, por escrito, na língua portuguesa. Em uma eventualidade de entendimento verbal, de caráter urgente, as partes deverão ratificar por escrito.

Este procedimento é válido durante o processo de execução dos trabalhos. E todas as correspondências deverão ser dirigidas em atenção dos responsáveis pelas partes.

4.6 Normas

A Montadora deverá respeitar e executar a montagem elétrica conforme as últimas revisões das Normas que houver, da relação de órgãos competentes (conforme item 1.2).

As normas e procedimentos internos do cliente, quando mencionados, deverão estar disponíveis para consulta. A Montadora não poderá alegar desconhecimento das mesmas.

4.7 Segurança

Deverão ser seguidas as *normas e procedimentos internos de segurança* do cliente e principalmente as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego.

4.8 Projeto

O projeto completo para a instalação do sistema será fornecido pela A&D Engenharia Ltda., devendo a Montadora anotar as alterações realizadas em campo durante a montagem para posterior confecção de "As-Built", considerando que estas alterações já foram previamente acordadas entre as partes, conforme item 4.5 deste documento. Alterações em projeto serão cobradas a parte.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 83 de 88
----------------	---	-------------------

4.9 Detalhes de Instalação do Projeto

Abaixo estão descritos os detalhes e recomendações que deverão ser seguidos para a execução da montagem e instalação do projeto:

Cabo de cobre nu enterrado ao redor do prédio em forma de anel com profundidade mínima de 50 cm, descidas em barra chata de alumínio 7/8"x1/8". Para maiores detalhes verificar o projeto do SPDA.

Será utilizado o telhado metálico como captor natural.

4.10 Análise de Riscos

A montadora deverá, juntamente com apoio do pessoal de implantação do cliente e área de Segurança, mapear e avaliar o grau de dificuldade e análise prévia dos riscos dos serviços em potencial e emitir laudo técnico de avaliação.

4.11 Documentação Técnica

A montadora deverá analisar previamente a qualidade e o nível técnico da documentação de projetos e detalhamento, os quais deverão conter todas as informações técnicas necessárias a execução dos serviços.

4.12 Alterações

Todos os serviços de montagem deverão ser executados conforme projeto, qualquer alteração deverá ser feita conforme entendimento entre as responsabilidades técnicas envolvidas.

4.13 Acompanhamento

Não está previsto acompanhamento técnico a montagem.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 84 de 88
----------------	---	-------------------

5 RECOMENDAÇÕES

É imprescindível que sejam seguidos todos os tópicos descritos, com real ênfase nas informações contidas nos memoriais que acompanham este documento, para que sejam evitadas discrepâncias que possam vir a oferecer riscos, tanto na execução do projeto quanto na operação das instalações.

Qualquer alteração que for expressamente necessária no momento da execução, favor entrar em contato com o Departamento de Projetos (ver item 4.4) a fim de informar todas as minúcias, para que seja devidamente acompanhado e orientado.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 85 de 88
----------------	---	-------------------

6 Lista de Materiais

Item	Descrição de Material	UN	QTDE
1	Cabo de cobre nu $\varnothing$ 50 mm ² - 7 fios x $\varnothing$ 3 mm (NBR 6524) - TEL - 5750 - marca Termotécnica ou similar	mt	700
2	Cabo de cobre isolado 16 mm ² - 750 Volts - verde	mt	30
3	Haste de aterramento cobreada - alta camada $\varnothing$ 5/8" x 2,40 metros (NBR 13571) - TEL - 5814 - marca Termotécnica ou similar	pç	55
4	Abraçadeira tipo cunha 1" - TEL 095 - marca Termotécnica ou similar	pç	150
5	Eletroduto PVC 1" barra com 3 metros - TEL 5501 - marca Termotécnica ou similar	br	50
6	Caixa de inspeção em Poliuretano ou alumínio - TEL 541 (Poliuretano) ou TEL 540 - marca Termotécnica ou similar	pç	50
7	Presilha em latão para cabo de 35 - 50 mm ² - TEL 745 - marca Termotécnica ou similar	pç	50
8	Fita perfurada de latão niquelado para uso externo rolo com 3 metros - TEL 751 - marca Termotécnica ou similar (fita para colocar ao redor das tubulações)	rl	2
9	Terminal olhal estanhado de compressão para cabo 50 mm ² - TEL 5150 - marca Termotécnica ou similar	pç	150
10	Fita isolante	rl	5
11	Bucha de nylon com parafuso S-6	pç	500
12	Bucha de nylon com parafuso S-8	pç	200
13	Barra chata de alumínio 7/8" x 1/8" - TEL 771 ou similar	mt	350
14	Caixa de equipotencialização 380x320x175mm para uso externo - TEL 903 ou similar	pç	2
15	Materiais para soldas exotérmicas (moldes, cartuchos, alicates, ignitores, escovas, discos, luvas para cravar hastes e limpadores de molde)	vb	1
16	Miscelâneos (parafusos para conexão na cobertura, nas estruturas metálicas, etc.) materiais a definir pela instaladora	vb	1



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 86 de 88
----------------	---	-------------------

7 ANEXOS

7.1 Referências Bibliográficas

7.1.1 Normas

As normas utilizadas como referência estão listadas no item 1.1.

7.1.2 Catálogos de fabricantes

- Termotécnica Para-raios (como referência).

7.1.3 Sites

- www.tel.com.br.

7.2 Caderno de Desenhos

<i>Nr</i>					
01	PROJETO	SISTEMA	DE	PROTEÇÃO	CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICAS – SISTEMA DE ATERRAMENTO.
02	PROJETO	SISTEMA	DE	PROTEÇÃO	CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICAS – SISTEMA DE CAPTAÇÃO.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 87 de 88
----------------	---	-------------------

8 ART

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A

Página 1/2



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço
2620251693542

1. Responsável Técnico

ALEXANDRE MESSIAS CAPANA DA SILVA

Título Profissional: Engenheiro Eletricista - Eletrônica, Engenheiro de Segurança do Trabalho

RNP: 2610643209

Registro: 5063690379-SP

Empresa Contratada: ALEXANDRE MESSIAS CAPANA DA SILVA 38362928824

Registro: 2691152-SP

2. Dados do Contrato

Contratante: Guarda Municipal de Americana

CPF/CNPJ: 46.969.952/0001-19

Endereço: Avenida BANDEIRANTES

Nº: 2100

Complemento:

Bairro: RECANTO

Cidade: Americana

UF: SP

CEP: 13478-700

Contrato: 06/2025

Celebrado em: 28/04/2025

Vinculada à Art nº:

Valor: R\$ 12800,00

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: Avenida BANDEIRANTES

Nº: 2100

Complemento:

Bairro: RECANTO

Cidade: Americana

UF: SP

CEP: 13478-700

Data de Início: 28/04/2025

Previsão de Término: 31/10/2025

Coordenadas Geográficas:

Finalidade:

Código:

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

Elaboração

Quantidade

Unidade

1

Projeto

de sistemas de proteção
contra descargas
atmosféricas - SPDA

1,00000

unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS
ATMOSFÉRICAS (SPDA) PARA AS EDIFICAÇÕES QUE COMPOEM O PRÉDIO SEDE DA GUARDA
MUNICIPAL DE AMERICANA / SP (GAMA), EM CONFORMIDADE COM AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CONSTANTES NO TERMO DE REFERÊNCIA.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.



ORÇ. 095/24	DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	FOLHA 88 de 88
----------------	---	-------------------

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A

Página 2/2

7. Entidade de Classe

Nenhuma

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local _____ de _____ de _____

ALEXANDRE MESSIAS CAPANA DA SILVA - CPF: 383.629.288-24

Guarda Municipal de Americana - CPF/CNPJ: 46.969.352/0001-19

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.contea.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br

Tel: 0800 017 18 11

E-mail: acessar@link.fale.conosco@site.acima



Valor ART R\$ 103,03

Registrada em: 24/09/2025

Valor Pago R\$ 103,03

Nosso Número: 2620251693542

Versão do sistema

Impresso em: 24/09/2025 16:46:28



Autenticação de ART
2620251693542