



LEGENDA - ESPECIFICAÇÕES

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UND.	QUANT.
01	CABO DE COBRE NÚ 50mm <sup>2</sup>	m	100
02	CAIXA DE INSPEÇÃO 315mmx300mm COM HASTE DE ATERRAMENTO COPPERWELD Ø 5/8" X 5m	pc	09
03	CABO DE COBRE NÚ 35mm <sup>2</sup>	m	275
04	MINICAPTOR AÇO GALVANIZADO A FOGO, H=30CM	pc	75
05	FIXADOR UNIVERSAL	pc	150
06	CAPTOR FRANKLIN	pc	2
07	ADERIDISCO	pc	75
08	PRESILHAS EM COBRE P/ CABO 35MM <sup>2</sup>	pc	52
09	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAS	pc	01
10	CAIXA DE INSPEÇÃO SUSPensa	pc	12
11	ELETRODUTO PVC 3/4"	m	36
12	ABRAÇADEIRA TIPO COLAR PVC 3/4"	pc	36

ITEM	DISCRIMINAÇÃO
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM <sup>2</sup>
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM <sup>2</sup> embutido na parede
—	ELETRODUTO PVC 3/4"
—	CABO DE COBRE NÚ 50MM <sup>2</sup> PELO PISO
—	CAIXA DE INSPEÇÃO COM HASTE DE ATERRAMENTO
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM <sup>2</sup> QUE DESCE
—	FIXADOR UNIVERSAL
—	CAPTOR TIPO FRANKLIN

REV.	EMIS.	DATA	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	POR	DATA VALIDAD.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
B	B	15/10/24						PARA APROVAÇÃO
B	B	18/12/15						PARA APROVAÇÃO

Obs:

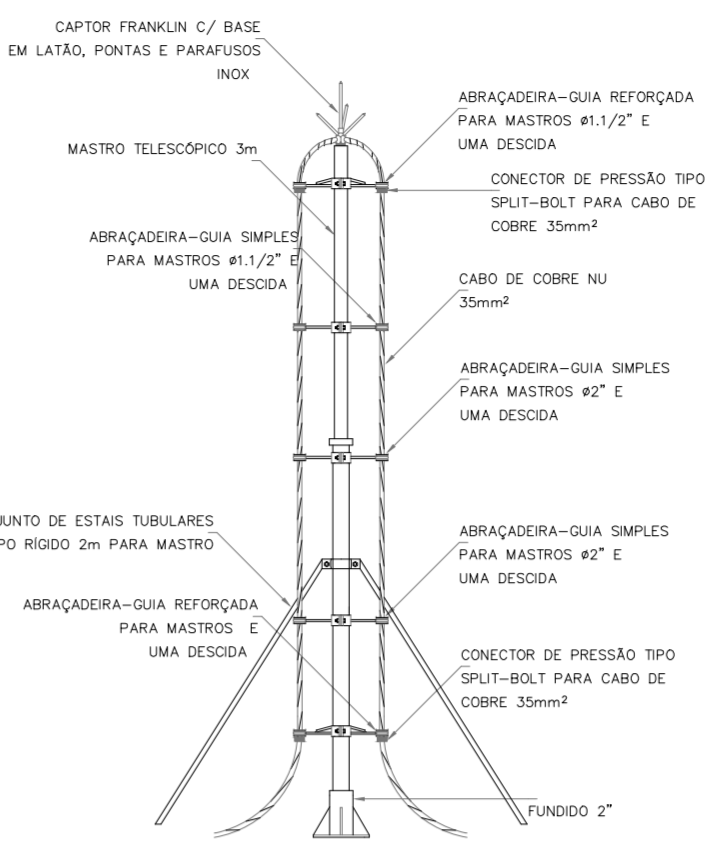




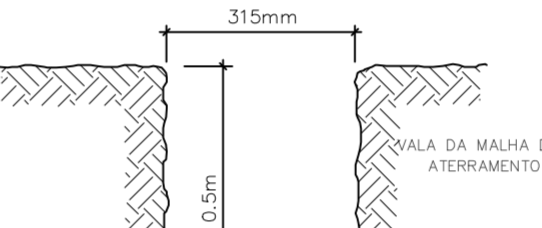


Projeto	Assinado de forma digital por RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR 6053782381	IPHAN
Prefeitura	Bombeiro	

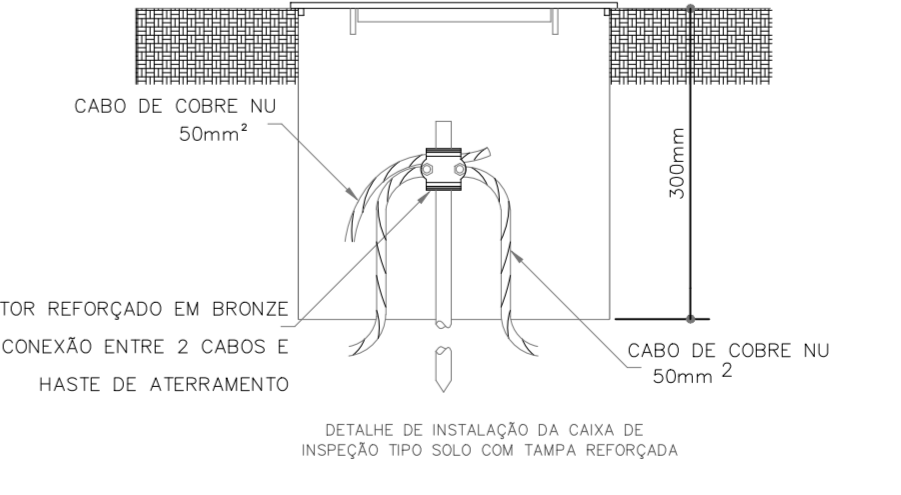
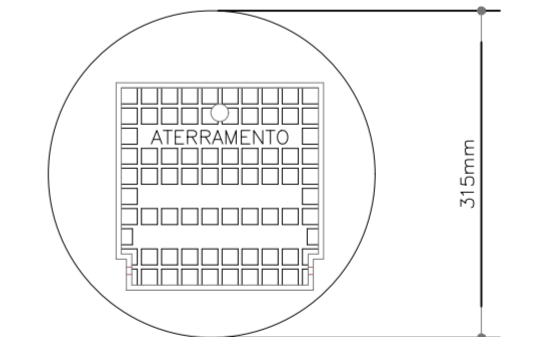
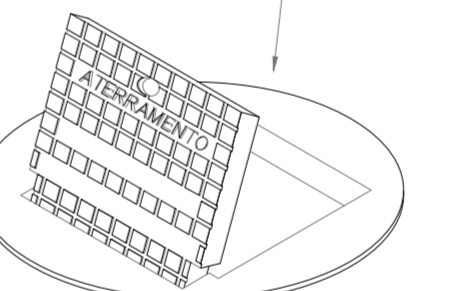
<b>IGREJA DE SANTANA</b>	
<b>SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA</b>	
Projeto: RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR Eng.º, Elettricista CREA - Nº 112007821-8	
Endereço:	RUA DE SANTANA, S/N, CENTRO, SÃO LUÍS-MA
Título:	IGREJA DE SANTANA CORTE AA'
Área do terreno:	
Área livre:	
Área construída:	
Atme:	
Recuo frontal:	Nº Desej.
Escala:	Data
	1:50 AGOSTO/2024



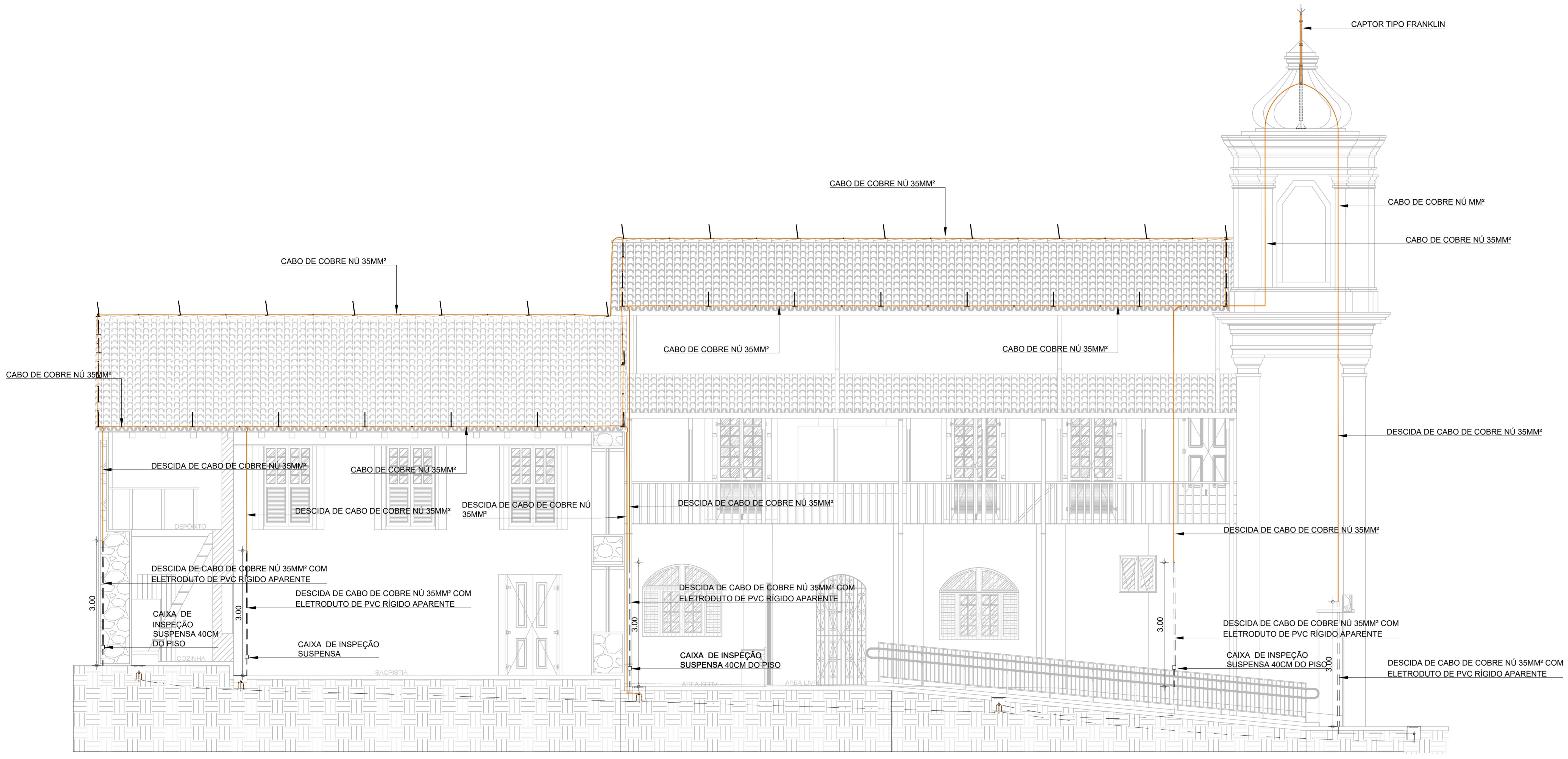
DETALHE DE CAPTOR TIPO FRANKLIN EM MASTRO 3 METROS TELESCÓPICO



CAIXA DE INSPEÇÃO TIPO SOLO EM PVC COM TAMPA DE FERRO FUNDIDO REFORÇADA COM BOCAL INTERIOR QUADRADO ARTICULADO E BORDA EXTERIOR REDONDA Ø300mm PARA PASSEIOS E PISOS SUJEITOS A CARGA PESADA



DETALHE DE CONEXÃO ENTRE DESCIDA E ATERRAMENTO



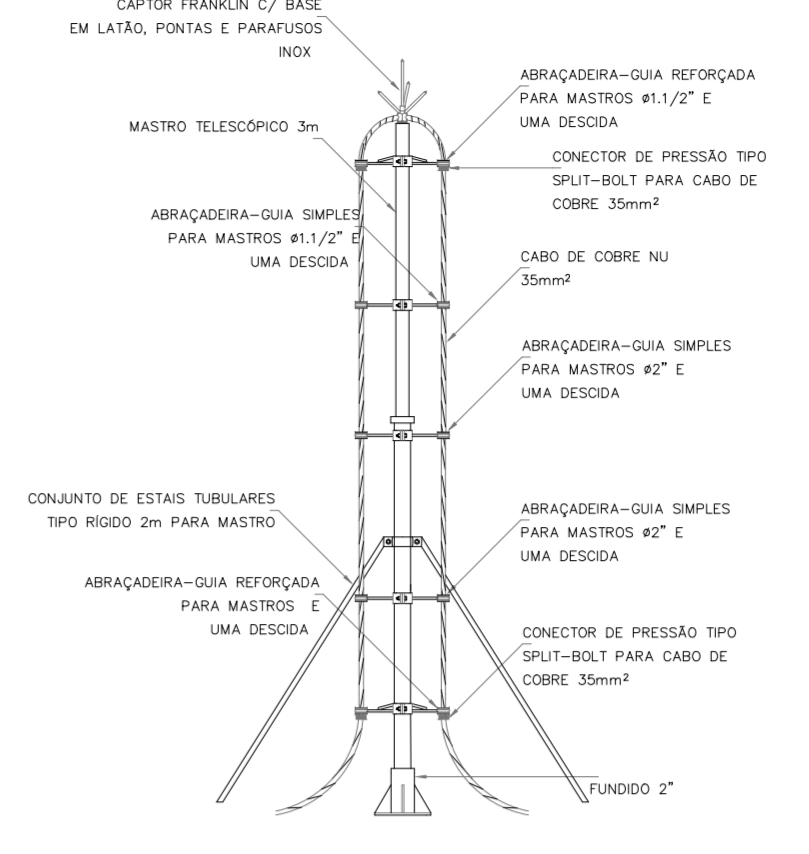
- Notas
- O gerenciamento de risco realizado indica a instalação de um SPDA com nível de proteção IV e Classe IV, estabelecendo uma distância de 20 metros entre os condutores de descida, conforme especificada na NBR 5419-3:2015, Tabela 4.
  - Os minicaptadores do subsistema de captação são de aço galvanizado a fogo, com diâmetro nominal de 10 mm e altura livre de 300 mm (H = 300 mm), em conformidade com a NBR 5419-3:2015, Tabela 6.
  - Os condutores de captação e descida são de cobre com seção de 35 mm<sup>2</sup>, conforme recomendado pela NBR 5419-3:2015, Tabela 6.
  - O cabo de aterramento especificado é de cobre com seção de 50 mm<sup>2</sup>, conforme NBR 5419-3:2015, Tabela 7.
  - O eletrodo em anel de aterramento deve ser enterrado a uma profundidade de 0,5m e a uma distância aproximada de 1m ao redor da parede externa. Se não for possível realizar o anel externamente pode realizá-lo internamente de acordo com a NBR 5419-3:2015, item 5.4.3.
  - Não realizar emendas nos cabos utilizados como condutores de descida, de acordo com a NBR 5419-3:2015, item 5.5.5.
  - A superfície de instalação dos condutores de descida não é combustível, sendo permitida a fixação direta na parede, conforme NBR 5419-3:2015, item 5.3.4.
  - Fixar firmemente os condutores de descida utilizando conectores, com espaçamento de 1,5 metros entre cada ponto de fixação, em conformidade com a NBR 5419-3:2015, item 5.5.2.
  - Posicionar placas de advertência próximas aos condutores de descida para sinalização de alerta, a fim de minimizar a probabilidade de contato com os condutores, conforme NBR 5419-3:2015, item 8.1.2(f).

**CORTE AA'**  
ESCALA.....1:50

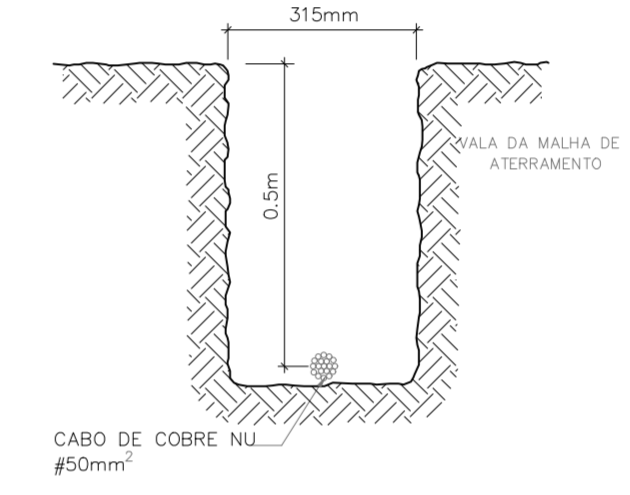


PLACA ADVERTÊNCIA PVC 11x18 TEL-5910

- Notas
- O gerenciamento de risco realizado indica a instalação de um SPDÁ com nível de proteção IV e Classe IV, estabelecendo uma distância de 20 metros entre os condutores de descida, conforme especificado na NBR 5419-3:2015, Tabela 4.
  - Os minicaptadores do sub-sistema de captação são de aço galvanizado a fogo, com diâmetro nominal de 10 mm e altura livre de 300 mm (H = 300 mm), em conformidade com a NBR 5419-3:2015, Tabela 6.
  - Os condutores de captação e descida são de cobre com seção de 35 mm<sup>2</sup>, conforme recomendado pela NBR 5419-3:2015, Tabela 6.
  - O cabo de aterramento especificado é de cobre com seção de 50 mm<sup>2</sup>, conforme NBR 5419-3:2015, Tabela 7.
  - O eletrodo em anel de aterramento deve ser enterrado a uma profundidade de 0,5m e a uma distância aproximada de 1m ao redor da parede externa. Se não for possível realizar o anel externamente pode realizá-lo internamente de acordo com a NBR 5419-3:2015, item 5.4.3.
  - Não realizar emendas nos cabos utilizados como condutores de descida, de acordo com a NBR 5419-3:2015, item 5.5.3.
  - A superfície de instalação dos condutores de descida não é combustível, sendo permitida a fixação direta na parede, conforme NBR 5419-3:2015, item 5.3.4.
  - Fixar firmemente os condutores de descida utilizando conectores, com espaçamento de 1,5 metros entre cada ponto de fixação, em conformidade com a NBR 5419-3:2015, item 5.5.2.
  - Posicionar placas de advertência próximas aos condutores de descida para sinalização de alerta, a fim de minimizar a probabilidade de contato com os condutores, conforme NBR 5419-3:2015, item 8.1.2(b).



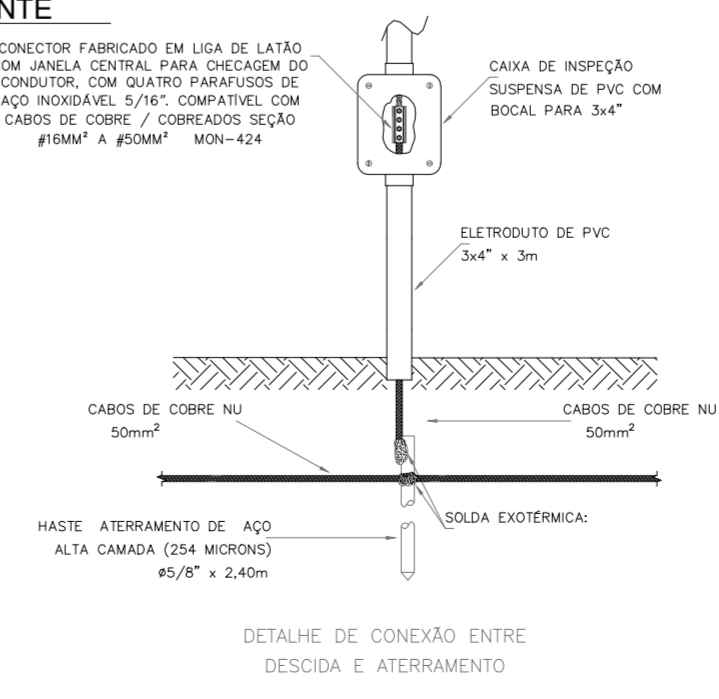
DETALHE DE CAPTOR TIPO FRANKLIN EM MASTRO 3 METROS TELESCÓPICO



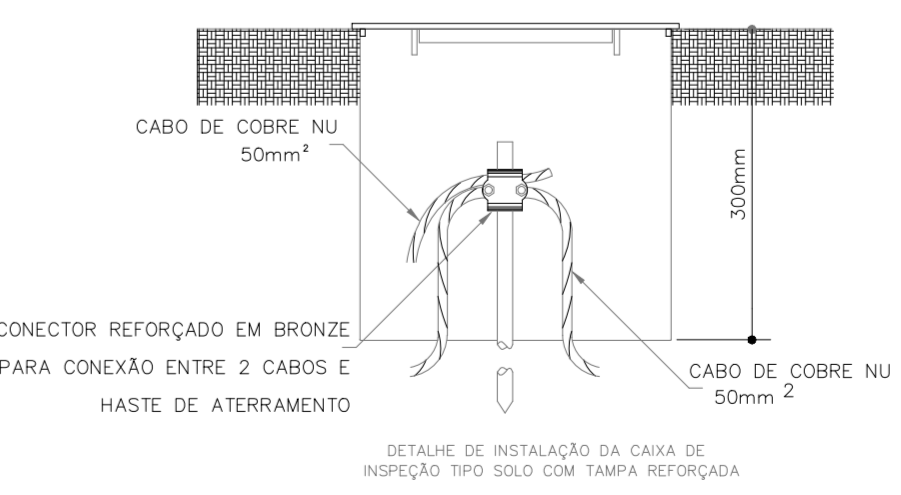
CAIXA DE INSPEÇÃO TIPO SOLO EM PVC COM TAMPA DE FERRO FUNDIDO REFORÇADA COM BOCAL INTERIOR QUADRADO ARTICULADO E BORDA EXTERIOR REDONDA Ø300mm PARA PASSIOS E PISOS



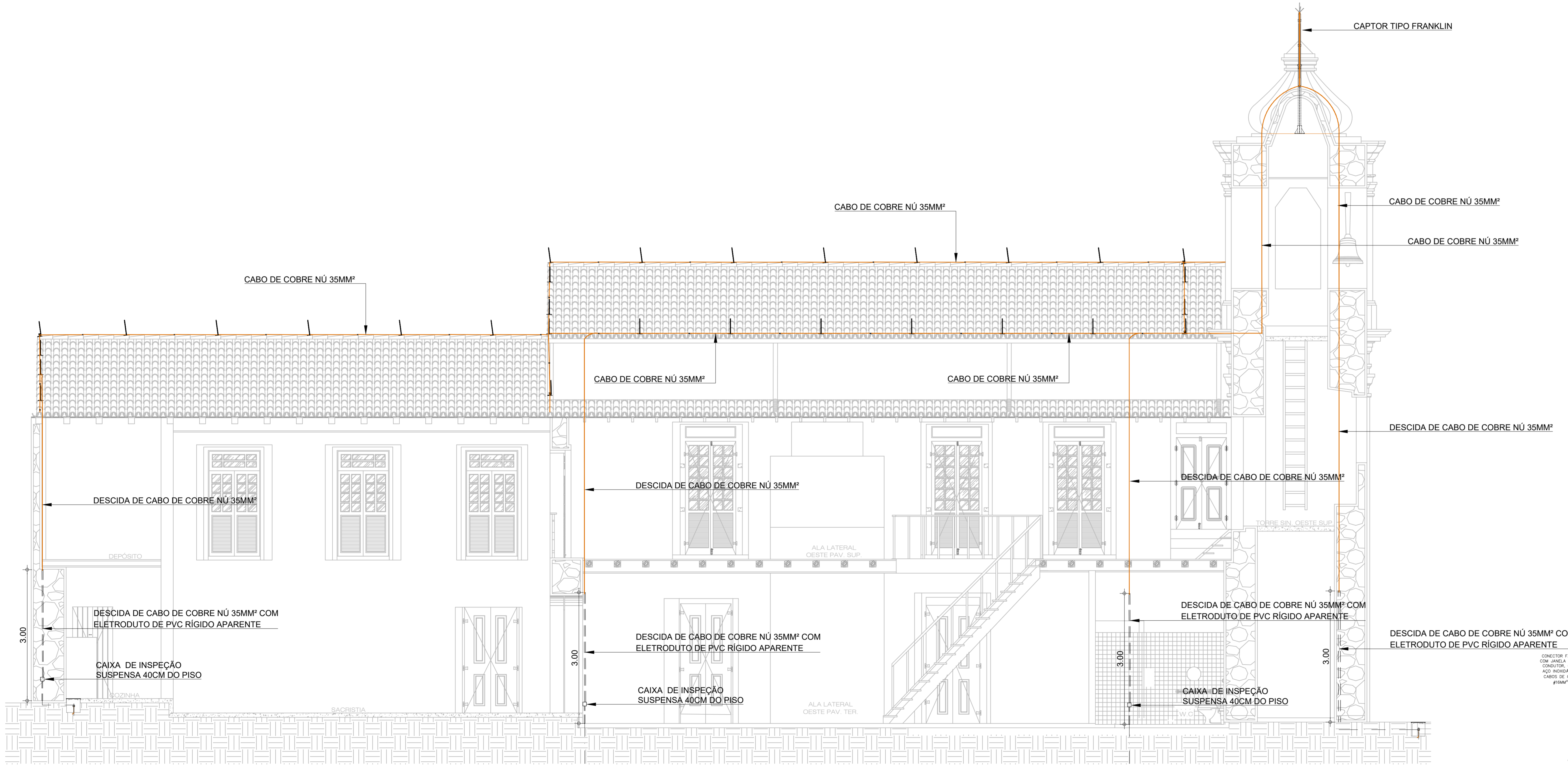
PLACA ADVERTÊNCIA PVC 11X18 TEL-5910



DETALHE DE CONEXÃO ENTRE DESCIDA E ATERRAMENTO



DETALHE DE INSTALAÇÃO DA CAIXA DE INSPEÇÃO TIPO SOLO COM TAMPA REFORÇADA



CORTE BB' ESCALA.....1:50

LEGENDA - ESPECIFICAÇÕES				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UND.	QUANT.	
01	CABO DE COBRE NÚ 50mm <sup>2</sup>	m	100	
02	CAIXA DE INSPEÇÃO 315mmx300mm COM HASTE DE ATERRAMENTO COPPERWELD Ø 5/8\" x 5m	pc	09	
03	CABO DE COBRE NÚ 35mm <sup>2</sup>	m	275	
04	MINICAPTOR AÇO GALVANIZADO A FOGO, H=30CM	pc	75	
05	FIXADOR UNIVERSAL	pc	150	
06	CAPTOR FRANKLIN	pc	2	
07	ADERIDISCO	pc	75	
08	PRESLHAS EM COBRE P/ CABO 35MM <sup>2</sup>	pc	52	
09	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAS	pc	01	
10	CAIXA DE INSPEÇÃO SUSPENSÁ	pc	12	
11	ELETRODUTO PVC 3/4\"	m	36	
12	ABRAÇADEIRA TIPO COLAR PVC 3/4\"	pc	36	

ITEM	DISCRIMINAÇÃO
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM <sup>2</sup>
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM <sup>2</sup> embutido na parede
—	ELETRODUTO PVC 3/4\"
—	CABO DE COBRE NÚ 50MM <sup>2</sup> PELO PISO
—	CAIXA DE INSPEÇÃO COM HASTE DE ATERRAMENTO
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM <sup>2</sup> QUE DESCE
—	FIXADOR UNIVERSAL
—	CAPTOR TIPO FRANKLIN

REV.	EMIS.	DATA	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	POR	DATA VALIDADE	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
B	B	15/10/24						PARA APROVAÇÃO
B	B	18/12/15						PARA APROVAÇÃO

TIPO DE EMISSÃO	(A) PRELIMINAR	(B) PARA APROVAÇÃO	(C) PARA COTAÇÃO	(D) COMO CONSTRUÇÃO	(E) COMO REVISÃO
	(1) PARA APROVAÇÃO	(2) PARA APROVAÇÃO	(3) PARA COTAÇÃO	(4) APROVADO / PARA CONSTRUÇÃO	(5) CANCELADO

Obs:

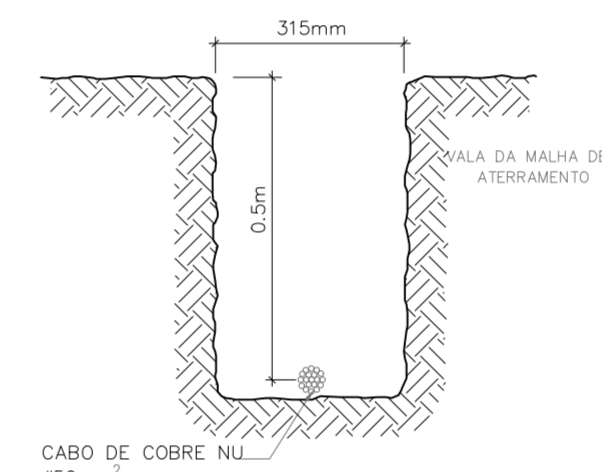
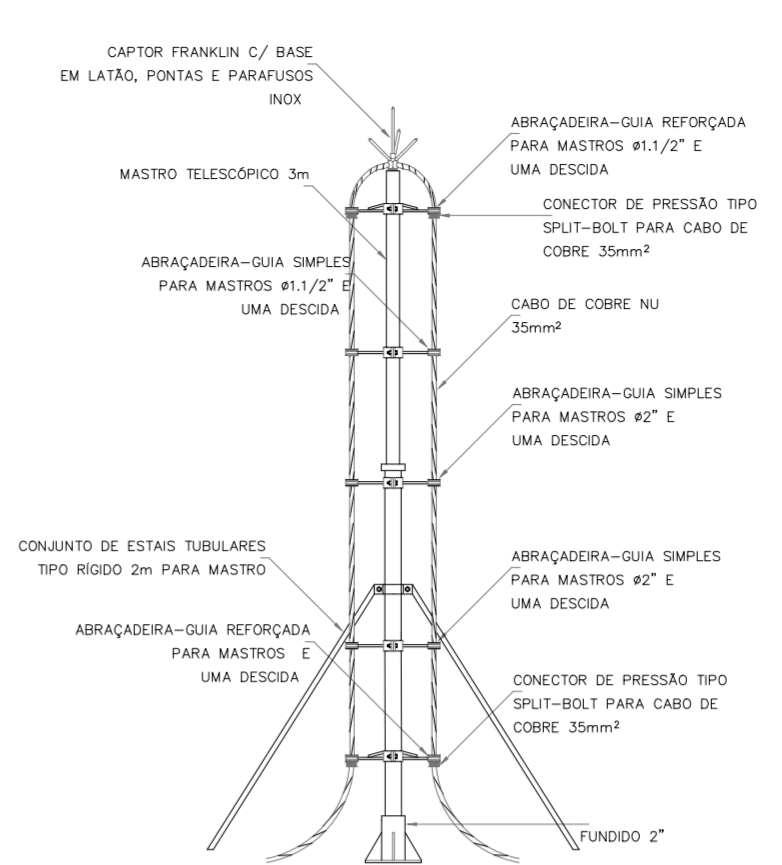
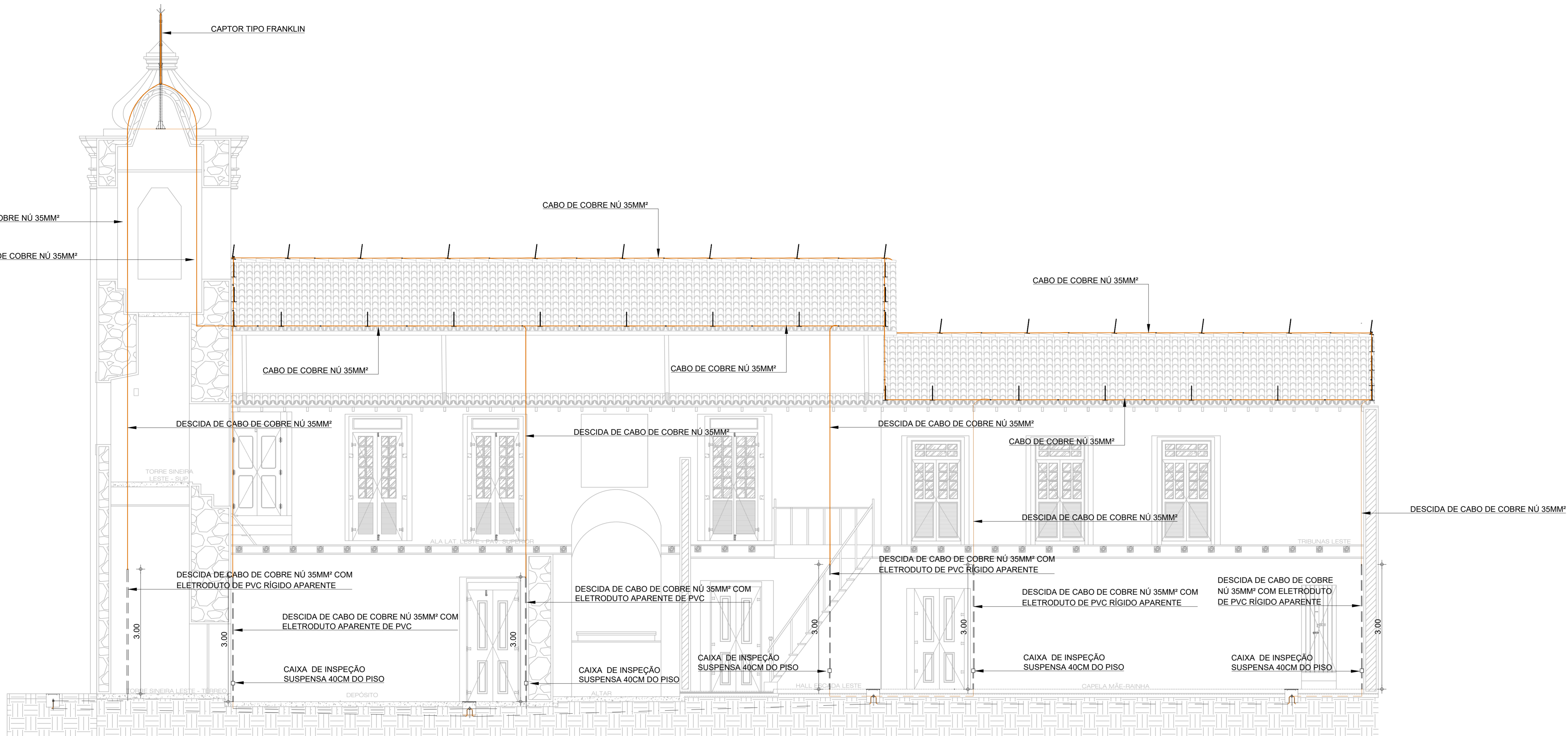
SPDA-03 INSTITUCIONAL

Rua dos Abacateiros, Nº 01, Sala 209 - Edifício Rio Anil  
São Francisco - São Luís - MA. Tel. (080)3235-1627

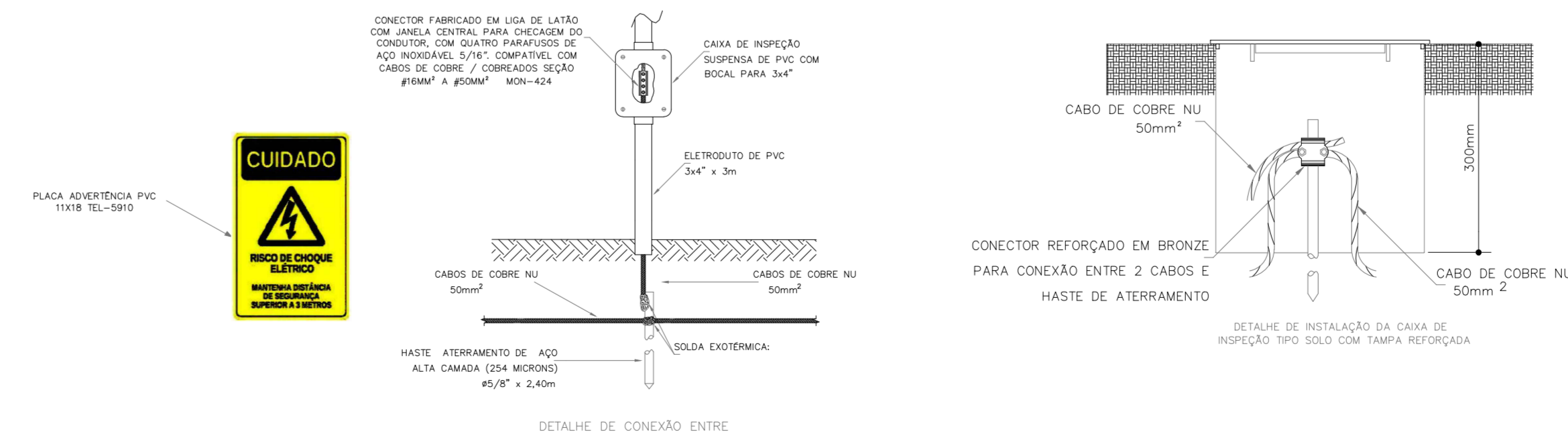
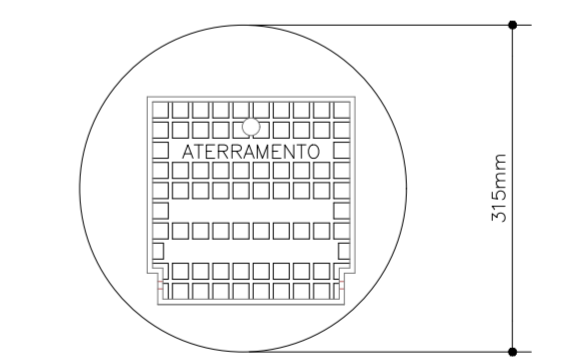
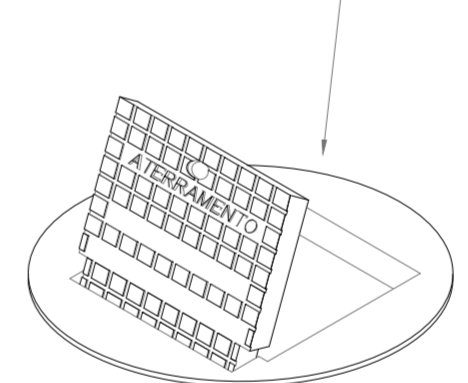
SUPERINTENDÊNCIA DO IPHAN DO MARANHÃO

Patrimônio Desenvolvimento Cidadania

Projeto:	RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR/6053718 2381	IPHAN
Prefeitura:		Bombordo
Projeto:	<b>IGREJA DE SANTANA SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA</b>	
Autor do projeto:	RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR Eng.º, Eletricista CREA - Nº 112007621-8	
Endereço:	RUA DE SANTANA, S/N, CENTRO, SÃO LUÍS-MA	
Título:	IGREJA DE SANTANA CORTE BB'	Área do terreno Área livre Área construída
Colaboradores:	ATM:	Nº Desenho
	Recuo frontal:	Data
	Escala:	1:50
		AGOSTO/2024



CAIXA DE INSPEÇÃO TIPO SOLO EM PVC COM TAMPA DE FERRO FUNDIDO REFORÇADA COM BOCAL INTERIOR QUADRADO ARTICULADO E BORDA EXTERIOR REDONDA Ø300mm PARA PASSEIOS E PISOS



**CORTE CC'**  
ESCALA.....1:50

- Notas
- O gerenciamento de risco realizado indica a instalação de um SPDA com nível de proteção IV e Classe IV, estabelecendo uma distância de 20 metros entre os condutores de descida, conforme especificado na NBR 5419-3:2015, Tabela 4.
  - Os miniaptores do subsistema de captação são de aço galvanizado a fogo, com diâmetro nominal de 10 mm e altura livre de 300 mm (H = 300 mm), em conformidade com a NBR 5419-3:2015, Tabela 6.
  - Os condutores de captação e descida são de cobre com seção de 35 mm², conforme recomendado pela NBR 5419-3:2015, Tabela 6.
  - O cabo de aterramento especificado é de cobre com seção de 50 mm², conforme NBR 5419-3:2015, Tabela 7.
  - O eletrodo em anel de aterramento deve ser enterrado a uma profundidade de 0,5m e a uma distância aproximada de 1m ao redor da parede externa. Se não for possível realizar o anel externamente pode realizá-lo internamente de acordo com a NBR 5419-3:2015, Item 5.4.3.
  - Não realizar emendas nos cabos utilizados como condutores de descida, de acordo com a NBR 5419-3:2015, Item 5.5.3.
  - A superfície de instalação dos condutores de descida não é combustível, sendo permitida a fixação direta na parede, conforme NBR 5419-3:2015, Item 5.3.4.
  - Fixar firmemente os condutores de descida utilizando conectores, com espaçamento de 1,5 metros entre cada ponto de fixação, em conformidade com a NBR 5419-3:2015, Item 5.5.2.
  - Posicionar placas de advertência próximas aos condutores de descida para sinalização de alerta, a fim de minimizar a probabilidade de contato com os condutores, conforme NBR 5419-3:2015, Item 8.1.2(b).

**LEGENDA - ESPECIFICAÇÕES**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UND.	QUANT.
01	CABO DE COBRE NÚ 50mm²	m	100
02	CAIXA DE INSPEÇÃO 315mmx300m COM HASTE DE ATERRAMENTO COPPERWELD Ø 5/8" X 5m	pc	09
03	CABO DE COBRE NÚ 35mm²	m	275
04	MINICAPTOR AÇO GALVANIZADO A FOGO, H=30CM	pc	75
05	FIXADOR UNIVERSAL	pc	150
06	CAPTOR FRANKLIN	pc	2
07	ADERIDISCO	pc	75
08	PRESILHAS EM COBRE P/ CABO 35MM²	pc	52
09	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAS	pc	01
10	CAIXA DE INSPEÇÃO SUSPensa	pc	12
11	ELETRODUTO PVC 3/4"	m	36
12	ABRAÇADEIRA TIPO COLAR PVC 3/4"	pc	36

ITEM	DISCRIMINAÇÃO
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM²
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM² embutido na parede
—	ELETRODUTO PVC 3/4"
—	CABO DE COBRE NÚ 50MM² PELO PISO
—	CAIXA DE INSPEÇÃO COM HASTE DE ATERRAMENTO
—	CABO DE COBRE NÚ 35MM² QUE DESCE
—	FIXADOR UNIVERSAL
—	CAPTOR TIPO FRANKLIN

REV.	EMIS.	DATA	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	POR	DATA VALIDADO	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
B	B	15/10/24						PARA APROVAÇÃO
B	B	18/12/15						PARA APROVAÇÃO

TIPO DE EMISSÃO  
 (A) PRELIMINAR (C) PARA COTAÇÃO (E) COMO CONSTRUO  
 (B) PARA APROVAÇÃO (D) APROVADO / PARA CONSTRUÇÃO (F) CANCELADO  
 (C) PARA INFORMAÇÃO (E) COMO CONTRATO

**HERMES FONSECA**  
ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO

Rua dos Abacateiros, Nº 01, Sala 205 - Edifício Rio Anil  
São Francisco - São Luís - MA. Tel. (098)3235-1627

---

**IPHAN** Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

**SUPERINTENDÊNCIA DO IPHAN DO MARANHÃO**

---

**PAC2 CIDADES HISTÓRICAS**  
Patrimônio Desenvolvimento Cidadania

---

Projeto: **RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR/6053718-2381**

Prefeitura: **Bombordo**

---

Projeto: **IGREJA DE SANTANA**  
**SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA**

Autor do projeto: **RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR**  
Eng.º, Eletricista CREA - Nº 112007621-8

Endereço: **RUA DE SANTANA, S/N, CENTRO, SÃO LUÍS-MA** Zona

Título: **IGREJA DE SANTANA CORTE CC'** Área do terreno

Colaboradores: **ATME** Área construída

Recuo frontal: **Nº Desej**

Escala: **1:50** Data: **AGOSTO/2024**

**INSTITUCIONAL**

**SPDA-04**



**PROJETO EXECUTIVO**  
**DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS – SPDA**  
**MEMORIAL DESCRITIVO, JUSTIFICATIVO E DE CÁLCULO**

**IGREJA DE SANTANA**

Rua de Santana, S/N, Centro. São Luis - MA

**Novembro/2024**



## Conteúdo

1.APRESENTAÇÃO .....	3
2. METODOLOGIA E TIPO DE SPDA ADOTADO .....	3
2.1.CARACTERISTICA DA EDIFICAÇÃO .....	3
2.2.CARACTERISTICA DO SPDA.....	3
3 Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng].....	4
4 Geometria da Estrutura.....	4
5 Ad - Área de exposição equivalente [em m <sup>2</sup> ] .....	4
6 Fatores de Ponderação.....	4
7 Zonas da Edificação.....	7
8 Risco Total .....	16
9 Nível de Proteção adotada: II.....	16
10 Cálculo do Número de descidas [N] .....	17
11 Cálculo do Comprimento do Condutor enterrado horizontalmente.....	17
12 Anéis horizontais de interligação das descidas .....	17
13 Seções mínimas .....	17
14.DIMENSIONAMENTO DO SPDA .....	18
15. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	19
16.ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS MATERIAIS A SEREM ADQUIRIDOS: .....	19
17.NORMAS ATENDIDAS:.....	20



## 1. APRESENTAÇÃO

Este memorial refere-se ao projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas SPDA para atendimento a Igreja de Santana – São Luis Ma. Este documento apresenta os critérios técnicos utilizados para a instalação do SPDA e do aterramento da Igreja citada.

## 2. METODOLOGIA E TIPO DE SPDA ADOTADO

Este sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas foi projetado considerando-se o Mapa de Curvas Isocerânicas, da região Brasil, baseado na norma NBR 5419-1:2015, 5419-2:2015, 5419-3:2015, 5419-4:2015 . Os cálculos do SPDA foram feitos através do programa PRO-Elétrica, um software que calcula o Sistema baseado na norma mencionada.

Será adotado o método de proteção tipo eletrogeométrico, que é uma soma dos modelos Franklin e Gaiola de Faraday, constituindo um sistema mais completo por se aquele que permite a distribuição da proteção por toda a estrutura além de um ângulo de proteção, aumentando a eficiência do SPDA, quando comparado aos outros métodos de proteção.

O Método eletrogeométrico apresenta níveis de proteção elevados, consiste no envolvimento da parte superior da construção em uma malha de condutores elétricos nus, denominada de Malha captora somados ao aproveitamento quer de uma haste ou altura existente com estrutura metálica ou para-raios Franklin, essa malha tem seu fechamento em anel onde os pontos da captação estão no mesmo diferencial de potencia (ddp), a malha captora é interligada a malha de aterramento por meios de descidas utilizando condutores de cobre, e estão espaçadas de acordo com grau do nível de proteção a ser adotado, neste caso utilizamos condutores de cobre.

### 2.1. CARACTERÍSTICA DA EDIFICAÇÃO

OBRA: Igreja de Santana – São Luis MA  
Estrutura: Pilares, vigas madeira  
Paredes: Em alvenaria de pedra  
Cobertura: Telha de cerâmica

### 2.2. CARACTERÍSTICA DO SPDA

Norma adotada: 5419 (Proteção Contra Descargas Atmosféricas)

Nível de proteção: II – nível de proteção  
Mét. de proteção adotado: Eletrogeométrico;  
Números de descidas: 14



Total de hastes: 9

Cabo da malha captora: Cabo de cobre nu de 35mm<sup>2</sup>

Descida: Cabo de cobre nu de 16mm<sup>2</sup>

Cabo da malha de aterramento: cabo de cobre nu de 50mm<sup>2</sup>

Haste de aterramento: haste circular do tipo COPPEWELD de 5/8"x5mm<sup>2</sup>

## **NBR-5419:2015**

### **SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)**

#### **Projeto: Projeto SPDA IGREJA DE SANTANA**

### **3 Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]**

$$Ng = 5 \text{ [Descargas / km}^2\text{/ano]}$$

Fonte = Mapa - Nordeste

### **4 Geometria da Estrutura**

$$\text{Comprimento [L]} = 31 \text{ m}$$

$$\text{Largura [W]} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Altura [H]} = 17 \text{ m}$$

### **5 Ad - Área de exposição equivalente [em m<sup>2</sup>]**

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

$$Ad = 31 * 15 + 2 * (3 * 17) * (31 + 15) + 3.1416 * (3 * 17)^2$$

$$Ad = 13328.28 \text{ m}^2$$

### **6 Fatores de Ponderação**

#### **6.1 Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)**

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$Cd = 0.5$$

#### **6.2 Comprimento da Linha de Energia**

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

#### **6.3 Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)**

Enterrado

$$Ci = 0.5$$

#### **6.4 Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)**



Linha de Energia em AT (com transformador AT/BT)  
Ct = 0.2

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

Urbano  
Ce = 0.1

6.6 Comprimento da Linha de Sinal

Lt = 1000 [m]

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

Enterrado  
Cit = 0.5

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

Linha de Energia ou Sinal  
Ctt = 1.0

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

Urbano  
Cet = 0.1

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

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$   
Nd = 0.0333

6.11 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 = 831398.16  
Nm = 4.157

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

$NI = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$   
Ai = 40 \* LI  
Ai = 40000  
NI = 0.002

6.13 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 \* LI



$$A_i = 4000000$$
$$N_i = 0.2$$

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

$$N_{lt} = N_g * A_i * C_{it} * C_{et} * C_{tt} * 10^{-6}$$
$$A_{lt} = 40 * L_{lt}$$
$$A_{lt} = 40000$$
$$N_{lt} = 0.01$$

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

$$N_{it} = N_g * A_{it} * C_{it} * C_{et} * C_{tt} * 10^{-6}$$
$$A_{it} = 4000 * L_{it}$$
$$A_{it} = 4000000$$
$$N_{it} = 1$$

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

Estrutura com subsistema de captação conforme SPDA classe I e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descida natural.  
Pb = 0.01

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

Linha aérea não blindada  
Cld = 1  
Cli = 1

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

Linha aérea não blindada  
Cldt = 1  
Clit = 1

6.19 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 x Wm1  
Ks1 = 1

6.20 Uw Energia

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

$$U_w = 2.5$$



#### 6.21 Ks4 Energia

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

$$Ks4 = 0.4$$

#### 6.22 Uwt Sinal

$$Uwt = 1.5$$

#### 6.23 Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

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

DPS Classe I

$$Peb = 0.01$$

#### 6.25 Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - PId (Tabela B.8)

Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento [ $5 < R_s \leq 20$  ohms/Km] ( $U_w=2.5$ )

$$PId = 0.95$$

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

Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento [ $5 < R_s \leq 20$  ohms/Km] ( $U_w=2.5$ )

$$PIdt = 1$$

#### 6.27 Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$Pv = Peb * PId * CId$$

$$Pv = 0.0095$$

#### 6.28 Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$Pvt = Peb * PIdt * CIdt$$

$$Pvt = 0.01$$

## 7 Zonas da Edificação

### 7.1 Zona: Zona 1 (Interna)

#### 7.1.1 Número de pessoas na Zona

$$nz = 150$$



7.1.2 Número total de pessoas na Estrutura

nt = 2

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

tz = 8760

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

te = 6

7.1.5 L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

7.1.6 L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Considerar

7.1.7 L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Considerar

7.1.8 L4 - Perda econômica

Considerar

7.1.9 Risco de Explosão / Hospitais

Não

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

Nenhuma medida de proteção  
Ptu = 1

7.1.11 Ks2

Ks2 = 1

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

DPS Classe I  
Pspd = 0.01

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

Cabo não blindado - preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços  
Condutores em laço roteados em um mesmo eletroduto ou condutores em  
laço com diferentes roteamentos em edifícios pequenos (área do laço ~ 10m<sup>2</sup>)  
Ks3 = 0.2



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

DPS Classe I  
Pspdt = 0.01

7.1.15 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 m<sup>2</sup>)  
Ks3t = 1

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

$Pc = Pspd * Cld$   
Pc = 0.01

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

$Pct = Pspdt * Cldt$   
Pct = 0.01

7.1.18 Pms

$Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$   
Pms = 0.0064

7.1.19 Pmst

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

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

$Pm = Pspd * Pms$   
Pm = 0.0001

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

$Pmt = Pspdt * Pmst$   
Pm = 0.0045

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

$Pu = Ptu * Peb * Pld * Cld$   
Pu = 0.0095

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

$Put = Ptu * Peb * Pldt * Cldt$   
Put = 0.01



7.1.24 Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$Pw = Pspd * Pld * Cld$$
$$Pw = 0.0095$$

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

$$Pwt = Pspdt * Pldt * Cltd$$
$$Pwt = 0.01$$

7.1.26 Pli

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

7.1.27 Plit

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

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

$$Pz = Pspd * Pli * Cli$$
$$Pz = 0.003$$

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

$$Pzt = Pspdt * Plit * Clit$$
$$Pzt = 0.005$$

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

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

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

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

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

$$\text{Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape}$$
$$rp = 0.5$$

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

$$\text{Incêndio: Risco Normal}$$
$$rf = 0.01$$

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



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

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

$$Pa = Pta * Pb$$
$$Pa = 0.01$$

7.1.36 L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

7.1.36.1 Lt

$$Lt = 0.01$$

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

Entretenimento publico, igreja, museu  
 $Lf = 0.05$

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

Não Aplicável  
 $Lo = 0$

7.1.36.4 La

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.0008$$

7.1.36.5 Lu

$$Lu = La = 0.0008$$

7.1.36.6 Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.038$$

7.1.36.7 Lv

$$Lv = Lb = 0.038$$

7.1.36.8 Lc

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

7.1.36.9 Lm Lw Lz

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



7.1.37 L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

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

Gás, água, fornecimento de energia  
Lf = 0.1

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

Gás, água, fornecimento de energia  
Lo = 0.01

7.1.37.3 Lb

$Lb = rp * rf * Lf * (nz / nt)$   
Lb = 0.0375

7.1.37.4 Lv

Lv = Lb = 0.0375

7.1.37.5 Lc

$Lc = Lo * (nz / nt)$   
Lc = 0.75

7.1.37.6 Lm Lw Lz

Lm = Lw = Lz = Lc = 0.75

7.1.38 L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

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

Museus, galerias  
Lf = 0.1

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

cz = 200000 milhões

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

ct = 200000 milhões

7.1.38.4 Lb

$Lb = rp * rf * Lf * (cz / ct)$   
Lb = 0.0005

7.1.38.5 Lv



$$Lv = Lb = 0.0005$$

7.1.39 L4 - Perda econômica

7.1.39.1 D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Risco de explosão  
 $Lf = 1$

7.1.39.2 D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Risco de explosão  
 $Lo = 0.1$

7.1.39.3 ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 1 \text{ milhões}$$

7.1.39.4 cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 5 \text{ milhões}$$

7.1.39.5 cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 1 \text{ milhões}$$

7.1.39.6 cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 0.5 \text{ milhões}$$

7.1.39.7 ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$ct = 200000 \text{ milhões}$$

7.1.39.8 La

$$La = rt * Lt * (ca / ct)$$
$$La = 0$$

7.1.39.9 Lu

$$Lu = La = 0$$

7.1.39.10 Lb

$$Lb = rp * rf * Lf * ((ca + cb + cc + cs) / ct)$$
$$Lb = 0$$

7.1.39.11 Lv

$$Lv = Lb = 0$$



7.1.39.12 Lc

$$Lc = Lo * (cs / ct)$$
$$Lc = 0$$

7.1.39.13 Lm Lw Lz

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

7.1.39.14 Le

$$Le = Lfe * (ce / ct)$$
$$Le = 0$$

7.1.39.15 Lft

$$Lft = Lf + Le1$$

7.1.40 Riscos da Zona

7.1.40.1 Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$
$$Ra = 0.0333 * 0.01 * 0.0008$$
$$Ra = 0$$

7.1.40.2 Rb

$$Rb = Nd * Pb * Lb$$
$$Rb = 0.0333 * 0.01 * 0.038$$
$$Rb = 0$$

7.1.40.3 Rc

$$Rc = Nd * Pc * Lc$$
$$Rc = 0.0333 * 0.01 * 0.75$$
$$Rc = 0.0002$$

7.1.40.4 Rm

$$Rm = Nm * Pm * Lm$$
$$Rm = 4.157 * 0.0001 * 0.75$$
$$Rm = 0.0002$$

7.1.40.5 Ru

$$Ru = (NI + Ndj) * Pu * Lu$$
$$Ru = (0.002 + 0) * 0.0095 * 0.0008$$
$$Ru = 0$$

7.1.40.6 Rut



$$\begin{aligned}R_{ut} &= (N_{lt} + N_{dj}) * P_{ut} * L_u \\R_{ut} &= (0.01 + 0) * 0.01 * 0.0008 \\R_{ut} &= 0\end{aligned}$$

#### 7.1.40.7 Rv

$$\begin{aligned}R_v &= (N_l + N_{dj}) * P_v * L_v \\R_v &= (0.002 + 0) * 0.0095 * 0.038 \\R_v &= 0\end{aligned}$$

#### 7.1.40.8 Rvt

$$\begin{aligned}R_{vt} &= (N_{lt} + N_{dj}) * P_{vt} * L_v \\R_{vt} &= (0.01 + 0) * 0.01 * 0.038 \\R_{vt} &= 0\end{aligned}$$

#### 7.1.40.9 Rw

$$\begin{aligned}R_w &= (N_l + N_{dj}) * P_w * L_w \\R_w &= (0.002 + 0) * 0.0095 * 0.75 \\R_w &= 0\end{aligned}$$

#### 7.1.40.10 Rwt

$$\begin{aligned}R_{wt} &= (N_{lt} + N_{dj}) * P_{wt} * L_w \\R_{wt} &= (0.01 + 0) * 0.01 * 0.75 \\R_{wt} &= 0.0001\end{aligned}$$

#### 7.1.40.11 Rz

$$\begin{aligned}R_z &= N_i * P_z * L_z \\R_z &= 0.2 * 0.003 * 0.75 \\R_z &= 0.0005\end{aligned}$$

#### 7.1.40.12 R1z

$$\begin{aligned}R_{1z} &= R_a + R_b + R_u + R_v + R_{ut} + R_{vt} \\R_{1z} &= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 \\R_{1z} &= 0\end{aligned}$$

#### 7.1.40.13 R2z

$$\begin{aligned}R_{2z} &= R_b + R_c + R_m + R_v + R_w + R_z + R_{vt} + R_{wt} + R_{zt} \\R_{2z} &= 0 + 0.0002 + 0.0002 + 0 + 0 + 0.0005 + 0 + 0 + 0.0005 \\R_{2z} &= 0.0048\end{aligned}$$

#### 7.1.40.14 R3z

$$\begin{aligned}R_{3z} &= R_b + R_v + R_{vt} \\R_{3z} &= 0 + 0 + 0 \\R_{3z} &= 0\end{aligned}$$



7.1.40.15 R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Ra + Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz + Rvt + Rwt + Rzt + Ru + Rut \\R4z &= 0 + 0 + 0.0002 + 0.0002 + 0 + 0 + 0.0005 + 0t + 0t + 0.0005t + 0 + 0t \\R4z &= 0.0048\end{aligned}$$

## 8 Risco Total

### 8.1 R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 1.2916 * 10^{-5} \\R1 &= 1.7529 * 10^{-5} \\Rt1 &= 1 * 10^{-5} \\R1 &> Rt1 \\(Ra + Rb) &> Rt1 \\[Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

### 8.2 R2

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.0127 * 10^{-3} \\R2 &= 4.7559 * 10^{-3} \\Rt2 &= 1 * 10^{-3} \\R2 &> Rt2 \\(Ra + Rb) &\leq Rt2 \\[Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

### 8.3 R3

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.1267 * 10^{-4} \\R3 &= 0.1719 * 10^{-4} \\Rt3 &= 1 * 10^{-4} \\R3 &\leq Rt3 \\(Ra + Rb) &\leq Rt3 \\[NÃO Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

### 8.4 R4

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.0129 * 10^{-3} \\R4 &= 4.7562 * 10^{-3} \\Rt4 &= 1 * 10^{-3} \\R4 &> Rt4 \\(Ra + Rb) &\leq Rt4 \\[Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

## 9 Nível de Proteção adotada: II

### 9 Método Utilizado

#### 9.1 Malha ou da Gaiola de Faraday



Módulos da malha [Nível de Proteção II]

Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

## 10 Cálculo do Número de descidas [N]

Area = 465 m<sup>2</sup>.

Altura = 17 m.

Perímetro = 92 m.

Cantos Salientes da Estrutura = 4

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

$N = \text{Perímetro} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$  [N = 14] para Nível de Proteção: II

$N = \text{Altura} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$  |  $N = 17 / 10 + 4$  |  $N = 6$

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

N = 14 descidas.

## 11 Cálculo do Comprimento do Condutor enterrado horizontalmente

Condutor enterrado horizontalmente

$r = 100$  ohms.m [resistividade do solo]

$R = 10$  ohms [Resistência de aterramento]

$L =$  Comprimento do Condutor Horizontal enterrado em (m)

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

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

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

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

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

## 12 Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado

Altura: 17m > 10m

Instalação de 1 anél horizontal intermediário.

Espaçamento vertical = 8.5m

## 13 Seções mínimas



### 13.1 Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Fita maciça	35mm <sup>2</sup>	Espessura 1.75 mm
Cobre - Arredondado maciço	35mm <sup>2</sup>	Diâmetro 6 mm
Cobre - Encordoado	35mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2.5mm
Cobre - Arredondado maciço (b)	200mm <sup>2</sup>	Diâmetro 16 mm
Alumínio - Fita maciça	70mm <sup>2</sup>	Espessura 3 mm
Alumínio - Arredondado maciço	70mm <sup>2</sup>	Diâmetro 9.5mm
Alumínio - Encordoado	70mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3.5mm
Alumínio - Arredondado maciço (b)	200mm <sup>2</sup>	Diâmetro 16 mm
Aço Cobreado IACS 30% - Arredondado maciço	50mm <sup>2</sup>	Diâmetro 8 mm
Aço Cobreado IACS 30% - Encordoado	50mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio Cobreado IACS 64% - Arredondado maciço	50mm <sup>2</sup>	Diâmetro 8 mm
Alumínio Cobreado IACS 64% - Encordoado	70mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3.5mm

### 3.6 nwn

Aço Galv.a quente - Fita maciça	50mm <sup>2</sup>	Espessura mínima 2.5mm
Aço Galv.a quente - Arredondado maciço	50mm <sup>2</sup>	Diâmetro 8 mm
Aço Galv.a quente - Encordoado	50mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio cordoalha 1.7 mm
Aço Galv.a quente - Arredondado maciço (b)	200mm <sup>2</sup>	Diâmetro 16 mm
Aço Inoxidável - Fita maciça	50mm <sup>2</sup>	Espessura 2 mm
Aço Inoxidável - Arredondado maciço	50mm <sup>2</sup>	Diâmetro 8 mm
Aço Inoxidável - Encordoado	70mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio cordoalha 1.7 mm
Aço Inoxidável - Arredondado maciço (b)	200mm <sup>2</sup>	Diâmetro 16 mm

(b) - Aplicável somente a minicaptoras. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10mm e comprimento máximo de 1m.

### 13.2 Eletrodo de Aterramento

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

## 14.DIMENSIONAMENTO DO SPDA

Para os diversos tipos de estruturas existentes se dá um nível de proteção adequado para cada uma delas, para esta edificação optou-se pela utilização do sistema de Eletrogeométrico

### a. Malha captora



Para a malha esta sendo utilizado o cabo de cobre nu de 35mm<sup>2</sup> sendo executada em torno do perímetro da cobertura e no centro para fechar a malha com grau de proteção pretendido

#### **b. Descidas**

Foram projetadas 14 descidas dispostas no perímetro das edificações com aproximadamente 10m de distância entre cada descida conforme orienta a norma para o nível de proteção II

Nas descidas estão sendo utilizado cabo de cobre nu de 16mm<sup>2</sup>, em todas as descidas foram conectadas nas hastes das caixas de inspeção da malha de aterramento

#### **c. Malha de Aterramento**

A malha de aterramento será confeccionada com cabos de cobre nu de 50mm<sup>2</sup>, enterrados 0,5m de profundidade e interligados com haste de aterramento circular de alta camada de 5/8"x5m através de solda exotérmica ou conector de pressão adequado, sendo as mesmas distribuídas conforme projeto

Foram projetadas caixas de inspeção de solo na malha de aterramento para que possa ser feitas medições periódicas da resistência da malha

É obrigatório o uso de solda exotérmica em conexão de haste-cabo ou cabo-cabo que estiverem diretamente enterrados

Em conexão de haste-cabo ou cabo-cabo que estiverem sendo executado dentro de caixas de inspeção tipo solo, este poderá ser feito com uso de conectores de pressão adequados (tipo grampo terra duplo com parafuso tipo "U")

Não será permitido o uso de conector de pressão simples comumente adotado em aterramento residencial

As especificações aqui requeridas estão de acordo com o que determina a norma em questão

### **15. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Todas as conexões do SPDA devem ser feitas preferencialmente através de solda exotérmica ou conector de pressão adequado.

O sistema de aterramento deverá ser feito com cabo de cobre nu com bitola de 50mm<sup>2</sup>

### **16.ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS MATERIAIS A SEREM ADQUIRIDOS:**

#### **16.1.CABOS:**

COBRE NÚ 16mm<sup>2</sup> TEMPERA MOLE, ENCORDOAMENTO, CLASSE 2

CABO DE COBRE NÚ 35mm<sup>2</sup> TEMPERA MOLE, ENCORDOAMENTO, CLASSE 2

CABO DE COBRE NÚ 50mm<sup>2</sup> TEMPERA MOLE, ENCORDOAMENTO, CLASSE 2



16.2.EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO:

16.3.DPS - VCL 385V 45KA Slim

**17.NORMAS ATENDIDAS:**

NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa tensão

NBR 5419 – Proteção contra Descargas Atmosféricas

NBR 5419-1:2015, 5419-2:2015, 5419-3:2015, 5419-4:2015



ENGENHEIRO RESPONSÁVEL

RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR:60537182381  
Assinado de forma digital por RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR:60537182381  
Dados: 2024.12.02 14:25:27 -03'00'

---

**RONALDO DOS SANTOS SILVA JUNIOR**

**CREA – Nº 112007621-8**