

---

**MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE  
CABEAMENTO ESTRUTURADO PARA A  
OBRA DO FÓRUM ELEITORAL DE ITABUNA**

**ITABUNA/BA**

---

**ESPECIFICAÇÕES GERAIS SPDA**

---

CLIENTE:	VOLUME	REVISÃO	DATA
TRE	01 / 01	00	06/2024

## SUMÁRIO DESCRITIVO

1.	APRESENTAÇÃO .....	3
2.	NORMAS APLICAVEIS .....	3
3.	CONDIÇÕES GERAIS.....	3
4.	METODOLOGIA E TIPO DE SPDA ADOTADO .....	4
4.1.	CARACTERISTICAS DA EDIFICAÇÃO .....	4
4.2.	CARACTERISTICAS DO SPDA.....	4
5.	FILOSOFIA PARA CONCEPÇÃO DO PROJETO .....	5
6.	NÍVEL DE PROTEÇÃO .....	5
7.	NÍVEL DE PROTEÇÃO .....	5
8.	CÁLCULO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO .....	5
8.1.	AValiação DE RISCO .....	6
8.2.	FATORES DE PONDERAÇÃO.....	7
8.3.	FATORES DE PONDERAÇÃO.....	7
9.	DADOS TÉCNICOS DO PROJETO.....	7
9.1.	MÉTODOS DE PROTEÇÃO.....	7
9.2.	MALHA CAPTORA .....	7
9.3.	DESCIDAS.....	7
9.4.	MALHA DE ATERRAMENTO .....	8
10.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – MATERIAIS PRINCIPAIS.....	9
10.1.	CABOS.....	9
10.2.	TERMINAIS AÉREOS .....	9
10.3.	HASTE DE TERRA E CONEXÃO.....	9
11.	ITENS GERAIS .....	9
12.	DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA .....	13
13.	OBSERVAÇÕES .....	13
14.	ANEXO I – GERENCIAMENTO DE RISCO PARA SPDA .....	14

## EDIFICAÇÃO: FÓRUM ELEITORAL DE ITABUNA

### 1. APRESENTAÇÃO

Este memorial refere-se ao Projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA, para atendimento da edificação localizada em Avenida Juca Leão, 463, Duque de Caxias – Itabuna/BA

### 2. NORMAS APLICAVEIS

Para o dimensionamento do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA, foram utilizadas:

- NBR 5419/2015 (Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas),
- NBR 5410/2004 (Instalações Elétricas em Baixa Tensão),
- NR 10 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade),

### 3. CONDIÇÕES GERAIS

A fim de se evitar falsas expectativas sobre o sistema de proteção, é necessário realizar os seguintes esclarecimentos:

E1 - A descarga elétrica atmosférica (raio) é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação às suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração, etc), como em relação aos efeitos destruidores decorrentes de sua incidência sobre as edificações.

E2 - Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir a "queda" de uma descarga em determinada região. Não existe "atração" a longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

E3 - A implantação e manutenção de sistemas de proteção (pára-raios) é normalizada internacionalmente pela IEC (International Eletrotecnical Comission) e em cada país por entidades próprias como a ABNT (Brasil NBR 5419.2015), NFPA (Estados Unidos) e BSI (Inglaterra).

E4 - Somente os projetos elaborados com base em disposições destas normas podem assegurar uma instalação dita eficiente e confiável. Entretanto, esta eficiência nunca atingirá os 100 % estando, mesmo estas instalações, sujeitas à falhas de proteção. As mais comuns são a destruição de pequenos trechos do revestimento das fachadas de edifícios ou de quinas da edificação ou ainda de trechos de telhados.

E5 - Não é função do sistema SPDA proteger equipamentos eletroeletrônicos (comando de elevadores, interfones, portões eletrônicos, centrais telefônicas, subestações, etc), pois mesmo uma descarga captada e conduzida a terra com segurança, produz forte interferência eletromagnética, capaz de danificar estes equipamentos. Para sua proteção, deverá ser contratado um projeto adicional, específico para instalação de supressores de surto individuais (protetores de linha), como é citado na 5419.2015, item 3.34 o pulso eletromagnético devido às descargas atmosféricas (LEMP) e todos os efeitos eletromagnéticos causados pela corrente das descargas atmosféricas por meio de acoplamento resistivo, indutivo e capacitivo, que criam surtos e campos eletromagnéticos radiados. Para tanto devemos atentar para o recomendado no item 3.53 da norma 5419/2015 que cita o dispositivo de proteção contra surtos (surge



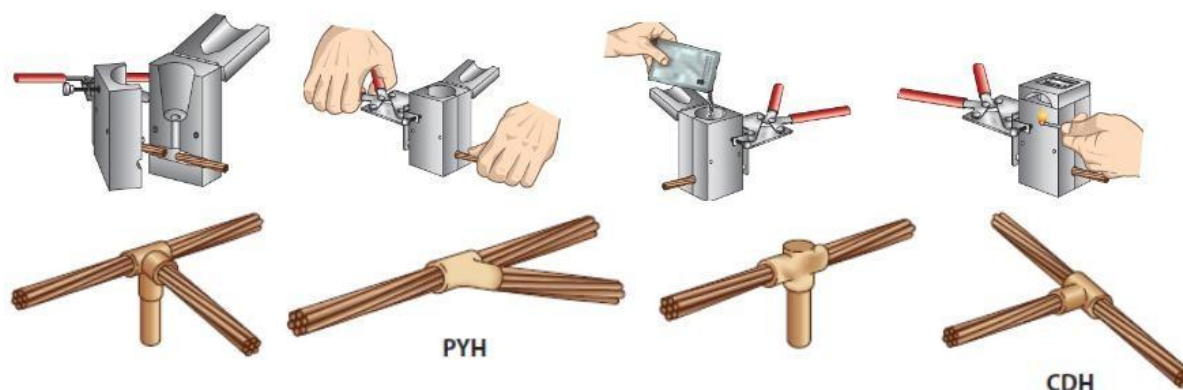
protective device –SPD ou DPS) dispositivo destinado a limitar as sobretensões e desviar correntes de surto. Contém pelo menos um componente não-linear (varistor).

NOTA: Pelas premissas da ABNT NBR 5419.2015, considera-se somente a tensão suportável entre condutores vivos e a terra, conforme a IEC 60664-1: 2007, 3.9.2

E6 - Os sistemas implantados de acordo com a Norma visam à proteção da estrutura das edificações contra as descargas que a atinjam de forma direta, tendo a NBR- 5419.2015 da ABNT como norma básica.

E7 - É de fundamental importância que após a instalação haja uma manutenção periódica anual a fim de se garantir a confiabilidade do sistema. São também recomendadas vistorias preventivas após reformas que possam alterar o sistema e toda vez que a edificação for atingida por descarga direta.

E8 - A execução deste projeto deverá ser feita por pessoal especializado. Todas as interligações da cabeaço serão feitas com soldas exotérmicas, pois é de conhecimento que os famosos split bolts e similares, com o tempo, oxidam e causam pontos de falhas. A empresa CONTRATADA deverá atentar para isso e disponibilizar no canteiro moldes apropriados e pessoal com experiência para execução das citadas soldas.



Obs. Não será admitido o uso de cabos de cobre não normatizados. Os diversos pontos de conexão deverão ser inspecionados pela fiscalização para serem liberados.

#### 4. METODOLOGIA E TIPO DE SPDA ADOTADO

##### 4.1. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

Finalidade:	Poder Público Federal;
Estrutura:	Pilares, vigas em concreto armado;
Paredes:	Em alvenaria;
Cobertura:	Telha de fibrocimento.

##### 4.2. CARACTERÍSTICAS DO SPDA

Norma adotada:	NBR 5419 (Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas);
Metodo de Proteção:	Gaiola de Faraday em conjunto a Para-Raio tipo Franklin;
Total de Descidas:	14 descidas externas;
Total de Hastes:	18 hastes;
Malha de captura:	cabo de cobre nú de 35mm <sup>2</sup> ;
Haste de aterramento:	haste de cobre circular do tipo COPPERWELD de d=5/8" x 3000 mm;
Malha de aterramento:	Cabo de cobre nú de 50mm <sup>2</sup> ;

*Handwritten signature*

## **5. FILOSOFIA PARA CONCEPÇÃO DO PROJETO**

A norma NBR-5419 evidencia a necessidade da instalação de sistema de proteção contra descargas atmosféricas preferencialmente em locais de grande afluência de público, locais que prestam serviços públicos essenciais e áreas com alta densidade de descargas atmosféricas. O projeto será elaborado considerando o método de determinação de exigência de SPDA conforme as NBR-5419 e NBR-5410, considerando a avaliação de risco de exposição e os fatores de ponderações conforme a NBR-5419.

Itabuna é uma cidade com indicador de 1,00 descargas/(ano.km<sup>2</sup>). o que é um valor muito baixo, segundo o site do INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE.

Em anexo a esse memorial, é apresentada uma planilha com o resumo do estudo de gerenciamento de risco.

## **6. NÍVEL DE PROTEÇÃO**

O nível de proteção adotado segundo a NBR 5419 considerou as características das estruturas em função do tipo da estrutura, tipo de ocupação da estrutura, tipo de construção da estrutura, conteúdo da estrutura e efeitos das descargas atmosféricas, localidade da estrutura, e ainda considerou a topografia e o índice cerâmico da região. Neste projeto e no correspondente elétrico e lógico foram apresentadas medidas de proteção para reduzir danos a pessoas devido a choque elétrico.

São possíveis as seguintes medidas de proteção:

- isolamento adequada das partes condutoras expostas;
- equipotencialização por meio de um sistema de aterramento em malha;
- restrições físicas e avisos;
- ligação equipotencial para descargas atmosféricas (LE).

## **7. NÍVEL DE PROTEÇÃO**

O risco de exposição é calculado considerando a probabilidade de uma estrutura ser atingida por um raio em um ano é o produto da densidade de descargas atmosféricas para a terra pela área de exposição equivalente da estrutura, conforme equação a seguir: (1) Onde: Ng: É a densidade de descargas atmosféricas para a terra, que representa o número de raios para a terra por km<sup>2</sup> por ano; Ae: É a área de exposição equivalente da edificação. Consultando o grupo de eletricidade atmosférica na página do instituto nacional de pesquisas espaciais – INPE, o valor de Ng para a cidade é de 1,00 descargas/(ano.km<sup>2</sup>).

## **8. CÁLCULO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO**

A área de exposição Ae para o edifício pode ser calculada através da equação

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

Onde, C=comprimento; L=Largura; H=Altura.

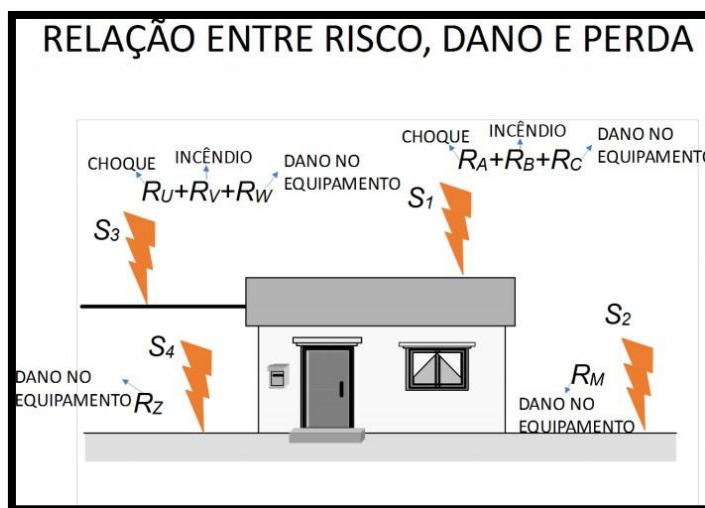
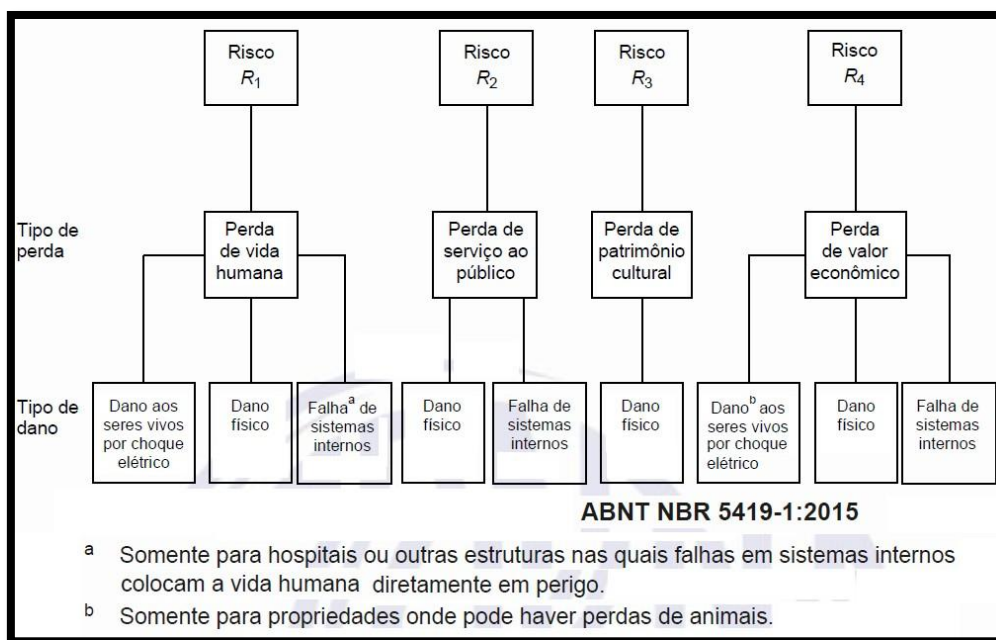
O cálculo da área de exposição foi definido em  $Ad = 4117,21m^2$



O cálculo da frequência média anual previsível de descargas atmosféricas  $N_g$ , com base das informações do INPE e da área  $A_e$ , resultará na frequência média anual previsível (N) em cada estrutura (VER PLANILHA ANEXA).

### 8.1. AVALIAÇÃO DE RISCO

Segundo a NBR 5419, em seguida ao cálculo de N, deve-se multiplicá-lo pelos fatores de ponderação.



Pela análise final se há a necessidade de instalação de proteção contra descargas atmosféricas foi realizada em função da probabilidade de descargas na estrutura no período de um ano, juntamente com todos os fatores de ponderação previstos na norma 5419.2015 partes 2 e 3.

*Julio*

## 8.2. FATORES DE PONDERAÇÃO

No anexo, colocamos a planilha resumo com a análise de risco.

Para efeitos da ABNT NBR 5419, são considerados os seguintes tipos de perdas, os quais podem aparecer como consequência de danos relevantes à estrutura:

- L1: perda de vida humana (incluindo-se danos permanentes);
- L2: perda de serviço ao público;
- L3: perda de patrimônio cultural;
- L4: perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, assim como interrupções de atividades).

NOTA Para efeitos da ABNT NBR 5419, somente são considerados serviços ao público os suprimentos de água, gás, energia e sinais de TV e telecomunicações.

## 8.3. FATORES DE PONDERAÇÃO

Segundo o anexo B.6 da NBR-5419, a estrutura pode ser considerada como “Hospital, hotel, escola, edifício cívico, residências”. Segundo essa classificação, e após o Cálculo de análise de risco (VER ANEXO), deve ser considerado o **nível de proteção IV**.

## 9. DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

### 9.1. MÉTODOS DE PROTEÇÃO

Será implementado o método de proteção tipo Gaiola de Faraday, associado a um captor Franklin.

### 9.2. MALHA CAPTORA

- Serão instaladas cabos de cobre nú ao longo do perímetro sobre a platibanda da cobertura;
- Complementarmente, a norma não exige a instalação dos minicaptos (terminais aéreos), uma vez que a eficiência da gaiola não depende deles, no entanto, a sua instalação é recomendada para preservar os cabos do anel superior de danos térmicos no caso de descargas diretas sobre estes, desta forma, optou-se a sua utilização. A recomendação é usar nas quinas, com consequente aumento de descidas e, para melhorar a proteção, foi dimensionado um captor tipo Franklin instalado no reservatório superior.

A associação do sistema de Gaiola de Faraday com a instalação de um captor Franklin irá proteger qualquer estrutura tipo antena ou algum equipamento que estiver instalado no telhado.

### 9.3. DESCIDAS

O espaçamento máximo entre as descidas previstos na norma NBR 5419.2015, é mostrado na tabela abaixo:



NIVEL DE PROTEÇÃO	ESPAÇAMENTO ENTRE DESCIDAS (mts)
I	10
II	10
III	15
IV	20

- Constituída de cabos de cobre nú de 35 mm<sup>2</sup>;
- Número de descidas projetadas: 14 (descidas estruturais);
- Espaçamento aproximado: variando de 16 a 20 metros (máximo).
- Proteção através de eletroduto de PVC com dimensões 1" x 3m;

#### 9.4. MALHA DE ATERRAMENTO

Aterramento composto por eletrodos não naturais (cobre nu e haste de aterramento) instalados e enterrados a uma profundidade de 50,0 cm em forma de anel na região perimetral do edifício com afastamento mínimo de 1,0m;

- Tipo do cabo de aterramento: cobre nú seção 50,0mm<sup>2</sup>;
- Tipo de Haste: Copperweld, Ø 5/8" x 3,0m, 254 micras;
- Número de Hastes: 18 hastes;
- Caixa de inspeção em material termoplástico ou alvenaria, medindo (30x30x40)cm, com tampa de ferro fundido e dreno de gravilhão no fundo.
- Todas as estruturas metálicas da edificação deverão ser aterradas. Todas as conexões de cabos com o aterramento deverão ser feitas por soldas exotérmicas. Nessa instalação não serão admitidos conexões por split bolts ou similares.
- No projeto foi previsto que o aterramento em forma de malha será conectado a um novo BEP (barramento de equipotencialização) e neste, serão conectados, através de ligação direta ou via rede de distribuição, todas as estruturas da edificação, quadros, equipamentos, tomadas, mastros das bandeiras, janelas e portas metálicas, esquadrias, etc.
- Como citado, a construtora deverá refazer a ligação do aterramento e quadros (incluindo o neutro) ao BEP.
- É obrigatório o uso de solda exotérmica em conexão de haste-cabo ou cabo-cabo que estiverem diretamente enterrados.
- Todos os conceitos e especificações aqui requeridas estão de acordo com o que determina a norma em questão.





## 10. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – MATERIAIS PRINCIPAIS

### 10.1. CABOS

Material	Cobre
Tipo	Tempera mole
Isolação	nú
Bitola	35 mm <sup>2</sup> - nú exposto no telhado, 50 mm <sup>2</sup> - nú embutido no solo
Referências	Prysmian, Reiplas ou equivalente técnico
Isolação	com isolamento
Bitola	50, 35 e 16 mm <sup>2</sup> - equalização de potenciais
Referências	Prysmian, Reiplas ou equivalente técnico


### 10.2. TERMINAIS AÉREOS

Material	Ferro Galvanizado
Altura	h= 0,25cm
Fixação	Parafuso fenda em aço inox autoatarrac Ø4,2 x32mm e Bucha de nylon N° 6
Diâmetro	d= Ø 3/8"
Local de instalação	Alvenaria

### 10.3. HASTE DE TERRA E CONEXÃO

Tipo:	Aço Cobreado (COPERWELD)
Dimensões:	Ø5/8" x 2,40m
Conexões:	Soldas Exotérmicas
Fabricantes:	COPERWELD, CADWELD ou equivalente técnico
Local de Aplicação:	NA MALHA DE ATERRAMENTO PROJETADA.

## 11. ITENS GERAIS

	MINICAPTOR GF HORIZONTAL SEM BANDEIRA	
	Horizontal h=250mm DN=10mm	TEL-2044
	CONECTOR MINIGAR EM LIGA DE COBRE ESTANHADO COM ACESSÓRIOS EM AÇO GALVANIZADO À FOGO PARA VERGALHÕES E CABO 16-50MM <sup>2</sup>	
	Para vergalhões 8-10mm e cabo 16-50mm <sup>2</sup>	TEL-583





	SUPORTE – FIXADOR COLÁVEL de 45mm de diâmetro, com malha, parafuso Ø 1/4 e porca em inox.	
	Com 45mm de diâmetro, com malha, parafuso Ø 1/4 e porca em inox.	TEL-755
	FIXADOR ÔMEGA EM COBRE COM 2 FUROS Ø 5,5 mm E REBAIXE P/ TRAVAMENTO DE CABOS (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	para cabos de cobre nú 16 e 25 mm <sup>2</sup>	TEL-832
	para cabos de cobre nú 35 mm <sup>2</sup>	TEL-833
	para cabos de cobre nú 50 mm <sup>2</sup>	TEL-835
	PRESILHAS EM COBRE P/ FIXAÇÃO DE CABOS (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	c/ furo Ø5 mm p/ cabos 16 e 25 mm <sup>2</sup>	TEL-843
	c/ furo Ø5 mm p/ cabos 35 e 50 mm <sup>2</sup>	TEL-844
	TERMINAIS 1 COMPRESSÃO 1 FURO (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	p/ cabo 16 mm <sup>2</sup>	p/ cabo 16 mm <sup>2</sup>
	p/ cabo 35mm <sup>2</sup>	p/ cabo 35mm <sup>2</sup>
	p/ cabo 50 mm <sup>2</sup>	p/ cabo 50 mm <sup>2</sup>
	CONECTOR CABO-HASTE ( 1 CABO + HASTE ) (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	CABO 16 À 70 mm <sup>2</sup> E HASTE 5/8"- 3/4"	TEL-585
	CABO 70 À 120 mm <sup>2</sup> E HASTE 5/8"- 3/4"	TEL-6429
	CONECTOR CABO-HASTE ( 2 CABOS+HASTE) (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	CABO 16 À 70 mm <sup>2</sup> E HASTE 5/8"- 3/4	TEL-580
	GRAMPO TERRA DUPLO EM BRONZE (2 CABOS+ESTR.) (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	TIPO PARALELO CABOS 16 À 70 mm <sup>2</sup>	TEL-6924





	CONECTOR EM BRONZE PARA CRUZAMENTO DE CABOS E ATERRAMENTO DE CERCAS OU TELAS SIMILAR QPX (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Cabos de cobre nu de 16 a 70 mm <sup>2</sup>	TEL-6925
	CONECTOR EM BRONZE ESTANHADO P/ CRUZAMENTO DE CABOS DE COBRE OU ALUMÍNIO SIMILAR GX (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Para cabos de 35 a 70 mm <sup>2</sup>	TEL-6926
	GRAMPO PARALELO EM BRONZE (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Para cabos de cobre nú de 16 a 50 mm <sup>2</sup>	TEL-731
	HASTES COBREADAS ALTA CAMADA 254 microns (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Ø 5/8" x 2,40 m	TEL-5814
	CAIXA DE INSPEÇÃO EM POLIPROPILENO E TAMPA ABA LARGA EM FERRO FUNDIDO (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Caixa - 300x400mm / Tampa 300mm de diâmetro	TEL-505 / TEL-506
	CLIP'S ZINCADO (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Para Emenda de Re-bar - 3/8"	Para Emenda de Re-bar - 3/8"




	CONECTORES DE PRESSÃO ESTAMPADOS COM SEPARADOR (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Para cabos de cobre 16mm <sup>2</sup>	TEL-5411
	Para cabos de cobre 35mm <sup>2</sup>	TEL-5415
	Para cabos de cobre 50mm <sup>2</sup>	TEL-5418


	PARAFUSO INOX AUTOTARRAXANTE CABEÇA COM FENDA PARA PRESILHAS, BARRAS CHATAS E FIXADORES ÔMEGA (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico))	
	Ø 4,2 mm x 32 mm ( usar bucha nr. 6 )	Ø 4,2 mm x 32 mm


	BUCHAS DE NYLON (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Nr. 6	Nr. 6
	Nr. 8	Nr. 8
	Nr. 10	Nr. 10
	Nr. 12	Nr. 12

	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS METÁLICA 20 x 20 cm USO INTERNO PARA SOBREPOR, PODENDO SER EMBUTIDA. (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Em aço, barramento 6mm de espessura, 8 terminais de 16mm <sup>2</sup> + 1 de 50mm <sup>2</sup>	Em aço, barramento 6mm de espessura, 8 terminais de 16mm <sup>2</sup> + 1 de 50mm <sup>2</sup>

	CAIXA DE INSPEÇÃO SUSPensa EM PP COM ANTI-UV E ANTI-CHAMA (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Caixa – 123x158x87mm / Bocal 1” de diâmetro	Caixa – 123x158x87mm / Bocal 1” de diâmetro

*Handwritten signature*

	<b>CONECTOR DE MEDIÇÃO EM BRONZE COM 4 PARAFUSOS</b> (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Para cabos de 16 a 70 mm <sup>2</sup>	TEL-560

	<b>PÁRA-RAIOS TIPO FRANKLIN</b> (Fabricantes: TERMOTÉCNICA ou equivalente técnico)	
	Captor tipo Franklin em aço inox - h=350mm.	TEL-036
	Mastro simples Ø2"x3m com redução p/ Ø 3/4"	TEL-470
	Abraçadeira-Guia Ø2" reforçada - 2 descidas	TEL-390
	Abraçadeira-Guia Ø2" simples - 2 descidas	TEL-370
	Sinalizador de topo noturno automático, para 2 lâmpadas 60W c/ relé fotoelétrico (127/220V).	TEL-600
	Abraçadeira para sinalizador de topo Ø2".	TEL-611
	Conjunto de estais tipo rígido tubular - Ø2"x3m	TEL-450
	Base para mastro Ø2" em alumínio c/ 4 furos	TEL-075

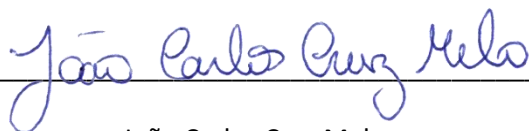
## 12.DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Deverá ser mantido pelo responsável das edificações e pelo seu administrador:

- Estudo da aplicação do SPDA, onde se verificou sua necessidade;
- Projeto do SPDA;
- Projeto "AS-BUILT";
- Memorial descritivo do SPDA;
- Registro de inspeções realizadas, anotando as manutenções realizadas e as medições efetuadas;

## 13.OBSERVAÇÕES

Qualquer alteração no projeto só poderá ser realizada com autorização por escrito do autor do projeto em questão.



João Carlos Cruz Melo  
Engenheiro Eletricista  
CREA RNP: 050447367-0



#### **14. ANEXO I – GERENCIAMENTO DE RISCO PARA SPDA**

Este anexo contempla a planilha de Análise de Dados e Proteções para Gerenciamento de Risco para SPDA.

##### **Memorial de cálculo**

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015

##### **Dados da edificação**

<b>Altura (m)</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>
6.20 m	28.80 m	40.02 m

A área de exposição equivalente ( $A_d$ ) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_d = 4117.21 \text{ m}^2$$

##### **Dados do projeto**

##### **Classificação da estrutura**

Nível de proteção: IV

##### **Densidade de descargas atmosféricas**

Densidade de descargas atmosféricas para a terra:  $9.9 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$

##### **Risco de perda de vida humana (R1) - Padrão**

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R1 = R_a + R_b + R_c + R_m + R_u + R_v + R_w + R_z$$

$$R1 = 1.03 \times 10^{-3} / \text{ano}$$



### **Risco de perdas de serviço ao público (R2) - Padrão**

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R2 = 1.03 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

### **Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão**

Os resultados para risco de perda de patrimônio cultural levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e em uma linha conectada à estrutura.

Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R3 = Rb + Rv$$

$$R3 = 0 / \text{ano}$$

### **Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão**

Os resultados para o risco de perda de valor econômico levam em consideração a avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação das componentes de risco R4 devem ser feitas no sentido de avaliar tais custos.

Resultado de R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R4 = 8.12 \times 10^{-6} / \text{ano}$$



**Avaliação final do risco - Estrutura**

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

Zona	R1	R2	R3	R4
Estrutura	$102.89 \times 10^{-5}$	$10.28 \times 10^{-3}$	0	$0.0081 \times 10^{-3}$

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

**R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)**

$$R1 = 102.89 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA é necessária, segundo a norma NBR5419/2015, pois  $R > 10^{-5}$

**R2: risco de perdas de serviço ao público**

$$R2 = 10.28 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA é necessária, segundo a norma NBR5419/2015, pois  $R > 10^{-3}$

**R3: risco de perdas de patrimônio cultural**

$$R3 = 0 / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-4}$

**R4: risco de perda de valor econômico**

$$R4 = 0.0081 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

**CT: custo total de perdas de valor econômico da estrutura (valores em \$)**

$$CT = 3,65 \times 10^6$$

**CL: custo anual de perdas (valores em \$)**

$$CL = 0,03 \times 10^3$$





**Memorial de cálculo (RECÁLCULO)****Dados do projeto****Classificação da estrutura**

Nível de proteção: IV

**Número de descidas**

Quantidade de descidas (N), em decorrência do espaçamento médio dos condutores de descida e do nível de proteção.

Pavimento	Perímetro (m)	Espaçamento (m)	Número de descidas
Térreo	136.48	18.94	14
Pavimento 1	136.89	18.94	14
Cobertura	117.80	18.89	8

**Seção das cordoalhas**

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm <sup>2</sup> )	Descida (mm <sup>2</sup> )	Aterramento (mm <sup>2</sup> )
Cobre	35	35	50

**Definições padrão NBR 5419/2015 em referência ao nível de proteção**

Com o nível de proteção definido, a NBR 5419/2015 apresenta as características do SPDA a serem adotadas no projeto:

Ângulo de proteção (método Franklin) = 79° a 70°

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 20 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 60 m

**Resultado de R1**

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz$$

$$R1 = 2.37 \times 10^{-6} / \text{ano}$$



### **Risco de perdas de serviço ao público (R2) - Padrão**

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

#### **Resultado de R2**

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R2 = 2.34 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

### **Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão**

Os resultados para risco de perda de patrimônio cultural levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e em uma linha conectada à estrutura.

#### **Resultado de R3**

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R3 = Rb + Rv$$

$$R3 = 0 / \text{ano}$$

### **Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão**

Os resultados para o risco de perda de valor econômico levam em consideração a avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação das componentes de risco R4 será feita no sentido de avaliar tais custos.

#### **Resultado de R4**

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R4 = 1.93 \times 10^{-7} / \text{ano}$$



### Avaliação final do risco - Estrutura

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

Zona	R1	R2	R3	R4
Estrutura	$0.2365 \times 10^{-5}$	$0.023 \times 10^{-3}$	0	$0.00019 \times 10^{-3}$

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

**R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)**

$$R1 = 0.2365 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-5}$

**R2: risco de perdas de serviço ao público**

$$R2 = 0.023 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-3}$

**R3: risco de perdas de patrimônio cultural**

$$R3 = 0 / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-4}$

**R4: risco de perda de valor econômico**

$$R4 = 0.00019 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

**CT: custo total de perdas de valor econômico da estrutura (valores em \$)**

$$CT = 3.65 \times 10^6$$

**CL: custo anual de perdas (valores em \$)**

$$CL = 0.001 \times 10^3$$

