

# MEMORIAL DESCRITIVO

## AVALIAÇÃO DE RISCO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA – SPDA HOSPITAL MUNICIPAL DE PARANAÍTA

Proprietário: Prefeitura Municipal de Paranaíta  
CNPJ: 03.239.043/0001-12

Responsável Técnico: Rafael Takashi Tsukamoto  
Técnico em Eletrotécnica  
CFT-BR nº 891058699-3

## Sumário

1	Objetivo.....	2
2	Considerações .....	2
2.1	A determinação da Classe do SPDA a ser aplicada leva em consideração as Fontes dos Danos:.....	2
2.2	Com as possíveis fontes de danos, devemos analisar os Tipos de Danos: .....	2
2.3	Além da fonte de dano e o tipo de dano que pode ser causado, há de se verificar os Tipos de Perdas para cada dano:.....	2
2.4	A análise dos Riscos é baseada nos dados anteriores para a obtenção do Risco Total. São os Riscos: .....	2
2.5	Zonas de Proteção .....	3
3	Análise de Risco .....	3
3.1	Dados da Estrutura e Meio-ambiente: .....	3
3.2	Área de Exposição Equivalente:.....	3
3.3	Número de Eventos Esperados:.....	4
3.4	Linha de Energia e Sinal/Dados: .....	4
3.5	Definição das Zonas de Proteção e Fatores: .....	4
3.6	Z1 – Área externa da edificação:.....	5
3.7	Z2 – Área interna da edificação, Administrativo: .....	5
3.8	Z3 – Área interna da edificação, Consultórios e Enfermarias:.....	6
3.9	Z4 – Área interna da edificação, Centro Cirúrgico e Semelhantes: .....	6
3.10	Avaliação dos Riscos: .....	7
3.11	Análise dos dados apresentados: .....	8
3.12	Considerações para as instalações internas:.....	8
4	Infraestrutura Geral: .....	8
4.1	Subsistema Captor: .....	8
4.2	Subsistema de Descida: .....	9
4.3	Subsistema de Aterramento: .....	9
4.4	Ligação Equipotencial: .....	9
5	Considerações Finais.....	9

# 1 Objetivo

Este memorial descritivo tem por objetivo descrever as principais características da Avaliação de Risco de Descarga Atmosférica para um Hospital de propriedade da Prefeitura Municipal de Paranaíta, situada no município de Paranaíta - MT.

O projeto foi elaborado de acordo com a norma técnica NBR 5419/2015 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A Avaliação de Risco consiste na análise dos componentes estruturais, instalações elétricas, comunicação, arredores e localização geográfica para obtenção de fatores utilizados em cálculos matemáticos conforme orientações contidas nas normas vigentes.

## 2 Considerações

Trata-se de uma ampliação de edificação existente com área total da edificação de 3.450,80 m<sup>2</sup>, construída em concreto armado e cobertura de material fibrocimento e chapas metálicas com rede elétrica de baixa tensão, telefonia e lógica.

### 2.1 A determinação da Classe do SPDA a ser aplicada leva em consideração as Fontes dos Danos:

- S1: Descarga atmosférica na estrutura;
- S2: Descarga atmosférica perto da estrutura (arredores);
- S3: Descarga atmosférica na linha (Elétrica ou Dados);
- S4: Descarga atmosférica perto da linha (Elétrica ou Dados).

### 2.2 Com as possíveis fontes de danos, devemos analisar os Tipos de Danos:

- D1: Ferimentos aos seres vivos por choque elétrico;
- D2: Danos físicos;
- D3: Falhas de sistemas eletroeletrônicos.

### 2.3 Além da fonte de dano e o tipo de dano que pode ser causado, há de se verificar os Tipos de Perdas para cada dano:

- L1: Perda de vida humana, incluindo ferimentos permanentes;
- L2: Perda de serviço ao público – Não aplicável neste projeto;
- L3: Perda de patrimônio cultural – Não aplicável neste projeto;
- L4: Perda de valores econômicos, como estrutura, conteúdo, atividades.

### 2.4 A análise dos Riscos é baseada nos dados anteriores para a obtenção do Risco Total. São os Riscos:

- R1: Risco de perda de vida humana, incluindo ferimentos permanentes;
- R2: Risco de perda de serviço ao público – Não aplicável neste projeto;
- R3: Risco de perda de patrimônio cultural – Não aplicável neste projeto;
- R4: Risco de perda de valores econômicos.

Com a avaliação de risco, pode-se determinar a Classe de proteção a ser adotada e seus eventuais custos para que seja calculada a viabilidade da aplicação de uma proteção em razão das perdas a qual uma estrutura teria no caso de um evento com dano.

## 2.5 Zonas de Proteção

A análise de risco leva em consideração as diferentes Zonas de Proteção (Z) existentes no local. Para efeito de localização, as Zonas de Proteção neste projeto foram definidas conforme descrição a seguir:

- Z1: Zona de Proteção fora da estrutura, porém dentro da área de proteção do SPDA;
- Z2: Zona de Proteção interna, ocupada pelos setores administrativos, com divisa direta com a Z1, limitada por paredes de alvenaria com saídas de emergência que dão acesso à via pública.
- Z3: Zona de Proteção interna, ocupada pelas enfermarias e consultórios, com rede elétrica derivada da Z2, limitada por paredes de alvenaria com saídas de emergência que dão acesso às zonas internas.
- Z4: Zona de Proteção interna, ocupada pelo centro cirúrgico e similares, com rede elétrica derivada da Z3, limitada por paredes de alvenaria com saídas de emergência que dão acesso às zonas internas.

## 3 Análise de Risco

### 3.1 Dados da Estrutura e Meio-ambiente:

Estrutura e Meio Ambiente	Parâmetros de Entrada		Comentário	Símbolo	Valor	Referência
	Densidade de Descargas atmosféricas para a terra 1/km <sup>2</sup> /ano		Fonte: Mapa Região Norte - <a href="http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/">http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/</a>	$N_g$	11	INPE
	Dimensões da estrutura (m)	Comprimento	Método Gráfico - Valor médio	$L$	47,8811	-
		Largura	Método Gráfico - Valor médio	$W$	47,8811	-
		Altura	Método Gráfico	$H$	5,05	-
	Fator de localização da estrutura		Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	$C_d$	0,50	Tabela A.1
	Probabilidade PB de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos (SPDA)		Nenhuma medida de proteção	$P_b$	1,00	Tabela B.2
	Valor da probabilidade PEB em função do NP para o qual os DPS foram projetados (Ligação Equipotencial)		DPS Classe III	$P_{eb}$	0,05	Tabela B.7
	Blindagem espacial externa		Nenhuma medida de proteção	$K_{si}$	1,00	Equação B.5

### 3.2 Área de Exposição Equivalente:

Área de Exposição Equivalente	Parâmetros de entrada	Unidade	Fórmula	Símbolo	Valor	Referência
	Estrutura	m <sup>2</sup>	Método gráfico	$A_d$	5914,90	Equação A.2
		m <sup>2</sup>	$A_m = 2 * 500 * (L + W) + \pi * 500^2$	$A_m$	880762,20	Equação A.7
	Linha de Energia	m <sup>2</sup>	$A_{lP} = 40 * L_l$	$A_{lP}$	4800,00	Equação A.9
		m <sup>2</sup>	$A_{iP} = 4000 * L_i$	$A_{iP}$	480000,00	Equação A.11
	Linha de Sinal	m <sup>2</sup>	$A_{lT} = 40 * L_l$	$A_{lT}$	4000,00	Equação A.9
		m <sup>2</sup>	$A_{iT} = 4000 * L_l$	$A_{iT}$	400000,00	Equação A.11

### 3.3 Número de Eventos Esperados:

Número anual de eventos perigosos esperados	Parâmetros de entrada	Fórmula	Símbolo	Valor	Referência
	Número de eventos para a estrutura	$N_d = N_g \cdot A_d \cdot C_d \cdot 10^{-6}$	$N_d$	0,03	Equação A.4
	Número de eventos médio para a estrutura	$N_m = N_g \cdot A_m \cdot 10^{-6}$	$N_m$	9,69	Equação A.6
	Número de eventos na linha de Energia	$N_lP = N_g \cdot A_lP \cdot C_lP \cdot C_eP \cdot C_tP \cdot 10^{-6}$	$N_lP$	1,06E-03	Equação A.8
	Número médio de eventos perto da linha de Energia	$N_lP = N_g \cdot A_lP \cdot C_lP \cdot C_eP \cdot C_tP \cdot 10^{-6}$	$N_lP$	0,11	Equação A.10
	Número de eventos na linha de Sinal	$N_lT = N_g \cdot A_lT \cdot C_lT \cdot C_eT \cdot C_tT \cdot 10^{-6}$	$N_lT$	2,20E-03	Equação A.8
	Número médio de eventos perto da linha de Sinal	$N_lT = N_g \cdot A_lT \cdot C_lT \cdot C_eT \cdot C_tT \cdot 10^{-6}$	$N_lT$	0,22	Equação A.10

### 3.4 Linha de Energia e Sinal/Dados:

Linha de Energia - P	Parâmetros de Entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
	Comprimento (m)	Rede de Distribuição MT Cabo Nu CAA 13,8kV	$L_f$	120,00	Equação A.9
	Fator de instalação	Aéreo	$C_f$	1,00	Tabela A.2
	Fator de tipo de linha	Linha de Energia em Média Tensão (MT) com Transformador MT/BT	$C_t$	0,20	Tabela A.3
	Fator ambiental	Urbano	$C_e$	0,10	Tabela A.4
	Blindagem da linha ( $\Omega/\text{km}$ )	Não Blindado	$R_s$	0,00	Tabela B.8
	Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea não blindada	$C_{ld}$	1,00	Tabela B.4
		Indefinida	$C_{li}$	1,00	
	Tensão suportável dos sistemas internos (kV)	Sistema Trifásico 220/127V - Categoria I e II - Tabela 31 NBR 5410	$U_w$	4	Tabela B.8
	Parâmetros resultantes	Fator - Não blindado	$K_{s4}$	0,25	Equação B.7
Probabilidade de falha		$P_{ld}$	1,00	Tabela B.8	
Probabilidade de redução de Pz		$P_{li}$	0,10	Tabela B.9	
Linha de Sinal - T	Parâmetros de Entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
	Comprimento	Escritório	$L_f$	100,00	Equação A.9
	Fator de instalação	Enterrado	$C_f$	0,50	Tabela A.2
	Fator de tipo de linha	Linha de energia ou sinal	$C_t$	1,00	Tabela A.3
	Fator ambiental	Urbano	$C_e$	0,10	Tabela A.4
	Blindagem da linha ( $\Omega/\text{km}$ )	Não blindado	$R_s$	1,00	Tabela B.8
	Blindagem, aterramento, isolamento	Indefinida	$C_{ld}$	1,00	Tabela B.4
		Indefinida	$C_{li}$	1,00	
	Tensão suportável dos sistemas internos (kV)	Linha de Sinal - Categoria IV - Tabela 31 NBR 5410 - Nota 3	$U_w$	1,50	Tabela B.8
	Parâmetros resultantes	Fator - Não blindado	$K_{s4}$	0,67	Equação B.7
		Probabilidade de falha	$P_{ld}$	1,00	Tabela B.8
		Probabilidade de redução de Pz	$P_{li}$	0,50	Tabela B.9

### 3.5 Definição das Zonas de Proteção e Fatores:

Distribuição de pessoas nas Zonas	Parâmetros de Entrada	Comentário	Símbolo	Valor (Nz)	Tempo de Permanência
	Área Externa	Fora da Estrutura	$Z_1$	10	8760 h
	Área Interna	Administrativo	$Z_2$	25	2880 h
	Área Interna	Consultórios e Enfermarias	$Z_3$	90	8760 h
	Área Interna	Centro Cirúrgico	$Z_4$	10	2880 h
	Total		$N_t$	135	

Valores econômicos em R\$ x 10 <sup>6</sup>				
	Edifício	Conteúdo	Sistema Internos	Total por Zona
	$cb$	$cc$	$cs$	$ct$
$Z_1$ (externo)	0,00	0,00	0,00	0,00
$Z_2$ (Administrativo)	1,50	0,10	0,10	1,70
$Z_3$ (Consultórios e Enfermarias)	3,00	0,20	0,10	3,30
$Z_4$ (Centro Cirúrgico)	3,50	5,00	1,00	9,50
Total por Danos	8,00	5,30	1,20	14,50

### 3.6 Z1 – Área externa da edificação:

Fatores válidos para a Z1	Parâmetros de Entrada		Comentário	Símbolo	Valor	Referência
	Superfície do piso		Concreto	$rt$	1,00E-02	Tabela C.3
	Proteção contra choque		Nenhuma medida de proteção	$Pta$	1,00E+00	Tabela B.1
	Probabilidade de descarga atingir a estrutura		Probabilidade de causar ferimentos a seres vivos	$Pa$	1,00E+00	Equação B.1
	Risco de incêndio		Nenhum	$rf$	0	Tabela C.5
	Proteção contra incêndio		Nenhuma medida de proteção	$rp$	1,00	Tabela C.4
	Blindagem espacial interna - Eficiência		Nenhuma medida de proteção	$Ks2$	1,00	Equação B.6
	L1 - Perda de Vida humana	Especial	Sem perigo especial	$hz$	1	Tabela C.6
		D1	Ferimentos	$Lt$	1,00E-02	Tabela C.2
		D2	Hospital	$Lf$	1,00E-02	
		D3	Outras partes do Hospital	$Lo$	1,00E-03	
	Fator para pessoas na zona		$Nz/Nt*tz/8760$	-	7,41E-02	-

### 3.7 Z2 – Área interna da edificação, Administrativo:

Fatores válidos para a Z2	Parâmetros de Entrada		Comentário	Símbolo	Valor	Referência
	Superfície do piso		Concreto	$rt$	1,00E-03	Tabela C.3
	Proteção contra choque (Descarga atmosférica na Estrutura)		Isolação Elétrica	$Pta$	1,00E-02	Tabela B.1
	Probabilidade de descarga atingir a estrutura		Probabilidade de causar ferimentos a seres vivos	$Pa$	1,00E-02	Equação B.1
	Probabilidade de Descarga Atmosférica na Estrutura Causar Falha dos sistemas internos		$Pc=Pspd*Clid$	$Pc$	5,00E-02	Equação B.2
	Proteção contra choque (Descarga atmosférica na Linha)		Restrições Físicas	$Ptu$	0,00	Tabela B.6
	Risco de incêndio		Normal/Médio	$rf$	1,00E-02	Tabela C.5
	Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	$rp$	0,50	Tabela C.4
	Blindagem espacial interna - Eficiência		Distância entre condutores de Descida 5m	$Ks2$	0,60	Equação B.6
	Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado - preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	$Ks3$	1,00E-02	Tabela B.5
		DPS Coordenados	DPS Classe III	$Pspd$	5,00E-02	Tabela B.3
	Telecom	Fiação Interna	Não blindado com preocupação em evitar grandes laços no roteamento	$Ks3$	1,00E-02	Tabela B.5
		DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	$Pspd$	1,00E+00	Tabela B.3
	L1 - Perda de Vida humana	Especial	Baixo nível de pânico	$hz$	2,00	Tabela C.6
		D1	Ferimentos	$Lt$	1,00E-02	Tabela C.2
		D2	Hospital	$Lf$	1,00E-01	
		D3	Outras partes de hospital	$Lo$	1,00E-03	
	Fator para pessoas na zona		$Nz/Nt*tz/8760$	-	6,09E-02	-
	L4 - Perda de valor econômico	D2	Hospital	$Lf4$	0,50	Tabela C.12
		D3	Hospital	$Lo4$	0,01	
	Probabilidade de redução de Pm			$Pms$	1,21E-04	-

### 3.8 Z3 – Área interna da edificação, Consultórios e Enfermarias:

Fatores válidos para a Z3	Parâmetros de Entrada		Comentário	Símbolo	Valor	Referência
	Superfície do piso		Cerâmica	$rt$	1,00E-03	Tabela C.3
	Proteção contra choque (Descarga atmosférica na Estrutura)		Restrições Físicas	$Pta$	0,00E+00	Tabela B.1
	Probabilidade de descarga atingir a estrutura		Probabilidade de causar ferimentos a seres vivos	$Pa$	0,00E+00	Equação B.1
	Probabilidade de Descarga Atmosférica na Estrutura Causar Falha dos sistemas internos		$Pc=Pspd \cdot Cld$	$Pc$	5,00E-02	Equação B.2
	Proteção contra choque (Descarga atmosférica na Linha)		Restrições Físicas	$Ptu$	0,00E+00	Tabela B.6
	Risco de incêndio		Normal/Médio	$rf$	0,01	Tabela C.5
	Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	$rp$	0,50	Tabela C.4
	Blindagem espacial interna		Distância entre condutores de Descida 5m	$Ks2$	0,60	Equação B.6
	Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado - preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	$Ks3$	1,00E-02	Tabela B.5
		DPS Coordenados	DPS Classe III	$Pspd$	5,00E-02	Tabela B.3
	Telecom	Fiação Interna	Não blindado com preocupação em evitar grandes laços no roteamento	$Ks3$	1,00E-02	Tabela B.5
		DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	$Pspd$	1,00E+00	Tabela B.3
	L1 - Perda de Vida humana	Especial	Dificuldade de evacuação	$hz$	5	Tabela C.6
		D1	Ferimentos	$Lt$	1,00E-02	Tabela C.2
		D2	Hospital	$Lf$	1,00E-01	
		D3	Outras partes de hospital	$Lo$	1,00E-03	
	Fator para pessoas na zona		$Nz/Nt \cdot tz/8760$	-	0,6667	-
	L4 - Perda de valor econômico	D2	Hospital	$Lf4$	0,50	Tabela C.12
D3		Hospital	$Lo4$	0,01		
Probabilidade de redução de Pm			$Pms$	1,21E-04	-	

### 3.9 Z4 – Área interna da edificação, Centro Cirúrgico e Semelhantes:

Fatores válidos para a Z4	Parâmetros de Entrada		Comentário	Símbolo	Valor	Referência
	Superfície do piso		Cerâmica	$rt$	0,001	Tabela C.3
	Proteção contra choque (Descarga atmosférica na Estrutura)		Restrições Físicas	$Pta$	0,00E+00	Tabela B.1
	Probabilidade de descarga atingir a estrutura		Probabilidade de causar ferimentos a seres vivos	$Pa$	0,00E+00	Equação B.1
	Probabilidade de Descarga Atmosférica na Estrutura Causar Falha dos sistemas internos		$Pc=Pspd \cdot Cld$	$Pc$	5,00E-02	Equação B.2
	Proteção contra choque (Descarga atmosférica na Linha)		Restrições Físicas	$Ptu$	0,00E+00	Tabela B.6
	Risco de incêndio		Normal/Médio	$rf$	1,00E-02	Tabela C.5
	Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	$rp$	0,50	Tabela C.4
	Blindagem espacial interna		Distância entre condutores de Descida 5m	$Ks2$	0,60	Equação B.6
	Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado - preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	$Ks3$	1,00E-02	Tabela B.5
		DPS Coordenados	DPS Classe III	$Pspd$	5,00E-02	Tabela B.3
	Telecom	Fiação Interna	Não blindado com preocupação em evitar grandes laços no roteamento	$Ks3$	1,00E-02	Tabela B.5
		DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	$Pspd$	1,00E+00	Tabela B.3
	L1 - Perda de Vida humana	Especial	Dificuldade de evacuação	$hz$	5,00E+00	Tabela C.6
		D1	Ferimentos	$Lt$	1,00E-02	Tabela C.2
		D2	Hospital	$Lf$	1,00E-01	
		D3	Centro Cirúrgico	$Lo$	1,00E-02	
	Fator para pessoas na zona		$Nz/Nt \cdot tz/8760$	-	0,02	-
	L4 - Perda de valor econômico	D2	Hospital	$Lf4$	0,50	Tabela C.12
		D3	Hospital	$Lo4$	0,01	
Probabilidade de redução de Pm			$Pms$	6,40E-05	-	

### 3.10 Avaliação dos Riscos:

Parâmetros para Avaliação dos Componentes de Risco										
Avaliação de Risco 1	Tipo de danos		Fonte de Danos		Símbolo	Z1	Z2	Z3	Z4	Referência
	D1	Ferimentos a seres vivos por choque elétrico	S1	Descarga atmosférica na Estrutura	$Pa$ - Prob. de causar ferimentos a seres vivos	1,00E+00	1,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	Equação B.1
	D2	Danos físicos	S1	Descarga atmosférica na Estrutura	$Pb$ - Prob. de causar danos físicos	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	Tabela B.2
	D3	Falha de sistemas internos	S1	Descarga atmosférica na Estrutura	$Pc$ - Prob. de causar falha a sistemas internos	0,00E+00	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	Equação B.2
	D3	Falha de sisitemas internos	S2	Descarga atmosférica perto da Estrutura	$Pm$ - Prob. de causar falha em sistemas internos	0,00E+00	6,05E-06	6,05E-06	3,20E-06	Equação B.3
	D1	Ferimentos a seres vivos por choque elétrico	S3	Descarga atmosférica na Linha de Força	$PuP$ - Prob. de causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Equação B.8
	D1	Ferimentos a seres vivos por choque elétrico	S3	Descarga atmosférica na Linha de Sinal	$PuT$ - Prob. de causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Equação B.8
	D2	Danos físicos	S3	Descarga atmosférica na Linha de Força	$PvP$ - Prob. de causar danos físicos	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	Equação B.9
	D2	Danos físicos	S3	Descarga atmosférica na Linha de Sinal	$PvT$ - Prob. de causar danos físicos	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	Equação B.9
	D3	Falha de sistemas internos	S3	Descarga atmosférica na Linha de Força	$PwP$ - Prob. de causar falha em sistemas internos	0,00E+00	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	Equação B.10
	D3	Falha de sistemas internos	S3	Descarga atmosférica na Linha de Sinal	$PwT$ - Prob. de causar falha em sistemas internos	0,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	Equação B.10
	D3	Falha de sistemas internos	S4	Descarga atmosférica perto da linha de Força	$PzP$ - Prob. de causar falha em sistemas internos	0,00E+00	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	Equação B.11
	D3	Falha de sistemas internos	S4	Descarga atmosférica perto da linha de Sinal	$PzT$ - Prob. de causar falha em sistemas internos	0,00E+00	5,00E-01	5,00E-01	5,00E-01	Equação B.11
Avaliação de Risco 1	Tipo de Dano		Tipo de Perda		Equação	Z1	Z2	Z3	Z4	Referência
	D1	Ferimentos a seres vivos por choque elétrico	L1	Perda de vida humana, incluindo ferimentos permanentes	$LA = rt * Lt * Nz/Nt * Iz/8760$	7,41E-06	6,09E-07	6,67E-06	2,44E-07	Equação C.1
	D1	Ferimentos a seres vivos por choque elétrico			$LU = LA$	7,41E-06	6,09E-07	6,67E-06	2,44E-07	Equação C.2
	D2	Danos físicos			$LB = LV = Rp * Rt * hz * Lf * Nz/Nt * Iz/8760$	0,00E+00	6,09E-05	1,67E-03	6,09E-05	Equação C.3
	D3	Falha de sistemas internos			$LC = Lm = Lw = Lz = Lo = Nz/Nt * Iz/8760$	7,41E-02	6,09E-02	6,67E-01	2,44E-04	Equação C.4
	D2	Danos físicos	L4	Perda econômica	$LB = LV = Rp * Rt * Lf * (cb+cc+cs)/ct$	0,00E+00	2,50E-04	2,50E-04	2,50E-04	Equação C.12
	D3	Falha de sistemas internos			$LC = Lm = Lw = Lz = Lo * cs/ct$	0,00E+00	5,88E-04	1,52E-03	1,05E-03	Equação C.13
Avaliação de Risco 1	Tipo de Dano		Fonte de Danos		Equação	Z1	Z2	Z3	Z4	Referência
	D1	Ferimentos a seres vivos por choque elétrico	S3	Descarga atmosférica na Linha de Força	$RuP = (NlP + Ndj) * PuP * Lu$	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Tabela 6
	D1	Ferimentos a seres vivos por choque elétrico	S3	Descarga atmosférica na Linha de Sinal	$RuT = (NlT + Ndj) * PuT * Lu$	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Tabela 6
	D2	Danos físicos	S3	Descarga atmosférica na Linha de Força	$RvP = (NlP + Ndj) * PvP * Lv$	0,00E+00	3,21E-09	8,80E-08	3,21E-09	Tabela 6
	D2	Danos físicos	S3	Descarga atmosférica na Linha de Sinal	$RvT = (NlT * Ndj) * PvT * Lv$	0,00E+00	6,70E-09	1,83E-07	6,70E-09	Tabela 6
	D3	Falha de sistemas internos	S3	Descarga atmosférica na Linha de Força	$RwP = (NlP + Ndj) * PwP * Lw$	0,00E+00	3,21E-06	3,52E-05	1,29E-08	Tabela 6
	D3	Falha de sistemas internos	S3	Descarga atmosférica na Linha de Sinal	$RwT = (NlT + Ndj) * PwT * Lw$	0,00E+00	1,34E-04	1,47E-03	5,36E-07	Tabela 6
	D3	Falha de sistemas internos	S4	Descarga atmosférica perto da linha de Força	$RzP = (NlP + Ndj) * PzP * Lz$	0,00E+00	3,21E-07	3,52E-06	1,29E-09	Tabela 6
	D3	Falha de sistemas internos	S4	Descarga atmosférica perto da linha de Sinal	$RzT = (NlT + Ndj) * PzT * Lz$	0,00E+00	6,70E-05	7,33E-04	2,68E-07	Tabela 6
Avaliação do Risco 1	Análise de Risco para os Diferentes Tipos de Danos									
	Tipo de danos		Fonte de danos		Equação	Z1	Z2	Z3	Z4	Estrutura
	D1	Ferimentos devido a choque	S1	Descarga atmosférica na estrutura	$Ra=Nd * Pa * La$	2,41E-07	1,98E-10	0,00E+00	0,00E+00	2,41E-07
			S3	Descarga atmosférica na linha	$Ru = RuP + RuT$	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	D2	Danos físicos	S1	Descarga atmosférica na estrutura	$Rb=Nd * Pb * Lb$	0,00E+00	1,98E-06	5,42E-05	1,98E-06	5,82E-05
			S3	Descarga atmosférica na linha	$Rv = RvP + RvT$	0,00E+00	9,91E-09	2,71E-07	9,91E-09	2,91E-07
	D3	Falha de sistemas internos	S1	Descarga atmosférica na estrutura	$Rc=Nd * Pc * Lc$	0,00E+00	9,90E-05	1,08E-03	3,96E-07	1,18E-03
			S2	Descarga atmosférica perto da estrutura	$Rm=Nm * Pm * Lm$	0,00E+00	3,57E-06	3,91E-05	7,55E-09	4,27E-05
			S3	Descarga atmosférica na linha	$Rw = RwP + RwT$	0,00E+00	1,37E-04	1,50E-03	5,49E-07	1,64E-03
			S4	Descarga atmosférica perto da linha	$Rz = RzP + RzT$	0,00E+00	6,73E-05	7,37E-04	2,69E-07	8,04E-04
	Risco por ZPR					2,41E-07	3,09E-04	3,42E-03	3,21E-06	3,729E-03
						Risco Total =				
						Risco Tolerável - RT				1,00E-05
SPDA Necessário										



### 3.11 Análise dos dados apresentados:

Conforme Tabela 4 da Parte 2 da NBR 5419/2015, o valor do Risco Tolerável (RT) para o Risco 1 (R1) que considera “Perda de vida humana ou ferimentos permanentes” é de  $1 \cdot 10^{-5}$ . O valor calculado do R1, baseado nos sistemas de proteção projetados, para a edificação é de  $3,729 \cdot 10^{-3}$ , **maior** do que o Risco Tolerável.

**A análise dos dados confirma que HÁ NECESSIDADE de melhorias nos sistemas existentes.**

### 3.12 Considerações para as instalações internas:

- a) Instalar eletrodutos metálicos aterrados para os condutores de baixa tensão, telefonia e lógica que não possuam blindagem;
- b) Isolar fisicamente todas as partes vivas (pontas de condutores, bornes de disjuntores e terminais expostos);
- c) Instalação de Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) coordenados nas fronteiras<sup>1</sup> dos circuitos nas redes de Baixa Tensão, e geral para Telefonia e Lógica.

Considerar a adoção do Sistema de Aterramento TN-S/TT

Considerar a adoção de **DPS Classe I+II** de 4 Polos (3F+N) –  $U_n$  240V AC –  $I_{imp}$  75kA –  $I_n$  25kA com proteção de 125A gL/gG;

- d) Manter em perfeito estado de conservação todas as conexões de equipotencialização entre a estrutura metálica e a malha de aterramento;
- e) Manter em perfeito estado de conservação todas as conexões da malha de aterramento, considerando todo o entorno da edificação;
- f) Aferir periodicamente o estado das conexões dos DPS's e conexões elétricas pertinentes.

## 4 Infraestrutura Geral:

### 4.1 Subsistema Captor:

O Captor projetado será composto por Fitas de Alumínio Maciça de 70mm<sup>2</sup>, seção retangular, com espessura igual ou superior a 3 mm, fixada sobre as platibandas, cumeeiras e telhas através de presilhas e parafusos zincados.

O Subsistema Captor destinado a proteger a estrutura de alvenaria com cobertura de telha de material fibrocimento deverá abranger toda cobertura da edificação por meio de uma malha captora de 5 x 5 metros, utilizando preferencialmente<sup>2</sup> condutor de Alumínio de 70mm<sup>2</sup> fixado por meio de presilhas e abraçadeiras adequadas para cada tipo de superfície de fixação e material condutor.

Os terminais aéreos deverão ser instalados nos vértices da parte externa da estrutura a ser protegida. O espaçamento entre os terminais deverá ser de 10 metros entre si, não sendo possível, sua distribuição deverá manter uniformidade em todo o perímetro da estrutura. A interconexão entre os condutores de cobre ou alumínio deverá ser feita com conector bimetálico adequado a fim de evitar corrosão eletroquímica.

---

<sup>1</sup> Fronteiras: Limite físico da entrada de um Quadro de Distribuição Geral ou Local, interligado a sistemas internos.

<sup>2</sup> Pode-se utilizar os condutores descritos na Tabela 6 da NBR 5419/2015 Parte 3.

## 4.2 Subsistema de Descida:

O subsistema de Descida Artificial será composto preferencialmente por condutor de Cobre Nu 35mm<sup>2</sup> com classe de encordoamento 2A têmpera meio-dura afastado da estrutura a ser protegida por meio de Isoladores Simples e Reforçados.

Para proteção contra toque accidental deverá ser instalado Eletroduto de Polietileno Reticulado Ø1.1/2" x 3 x 3000mm ao final (parte inferior) de cada descida.

As decidas deverão ser providas de Caixas de Inspeção Verticais instaladas há 1,5 metros do nível do solo com Conectores de Inspeção.

Como medida de proteção adicional, deve-se aplicar uma camada de 20 centímetros de pedra brita nº 2 em um raio de 3 metros de cada descida com o intuito de diminuir a condutividade do solo e o risco de tensões de passo.

## 4.3 Subsistema de Aterramento:

O subsistema de aterramento será composto preferencialmente por condutor de Cobre Nu 50mm<sup>2</sup> com classe de encordoamento 2A têmpera meio-dura. Sua instalação deverá ser fechada em anel, obedecendo o afastamento mínimo de 1 metro da estrutura a ser protegida, em uma vala no solo com, no mínimo 50 centímetros de profundidade. Caso não seja possível o fechamento em anel ao redor da estrutura, este deverá ser efetuado passando por dentro da mesma. Neste caso, medidas de proteção adicionais deverão ser consideradas para minimizar o risco de tensões perigosas de toque e passo.

O condutor de aterramento interligará eletrodos compostos por Hastes de Aterramento tipo Copperweld de Aço-Cobre Ø5/8" x 2,40 metros, afastadas entre si por uma distância não inferior ao seu comprimento (2,40 metros).

As conexões entre condutor e eletrodos deverá ser por meio de Solda Exotérmica aplicada em forma adequada à seção dos condutores ou Conector de Pressão de Bronze Ø5/8" x 50mm<sup>2</sup> com tratamento anticorrosivo.

Toda conexão entre o Subsistema de Aterramento e o Subsistema de Descida deverá ocorrer no interior de Caixas de Inspeção através de Conectores de Pressão ou Solda Exotérmica entre o condutor de descida, condutor de aterramento e haste de aterramento.

## 4.4 Ligação Equipotencial:

Caixas de Equalização de Potencial deverão ser instaladas próximas aos quadros de distribuição projetados para a rede de baixa tensão. A equipotencialização entre os condutores de proteção e a malha de aterramento deverá ser feita por meio de Dispositivos de Proteção Contra Surto (DPS) coordenados de acordo com os níveis de proteção e número de circuitos elétricos existentes. Deve-se considerar a sensibilidade dos equipamentos instalados no ambiente.

Redes de dados e telefonia instaladas em eletrodutos metálicos ou compostas por blindagens especiais, devem ser ligadas aos barramentos de equipotencialização por meio de DPS coordenado e adequado ao uso.

## 5 Considerações Finais

Todas as partes metálicas expostas devem ser aterradas direta ou indiretamente por meio de Dispositivo de Proteção contra Surtos.

Os arranjos e o perfeito contato entre os componentes são, de certa forma, mais importantes do que a própria configuração do sistema elétrico.

Medidas de proteção como a instalação de avisos visuais próximos às partes vivas, substituição dos condutores de energia elétrica e dados por condutores blindados interligados aos sistemas de equalização de potencial em coordenação com DPS aumentam consideravelmente a segurança.

Todos os condutores, eletrodutos e captos deverão ser cuidadosamente arrumados e fixados para formar um conjunto rígido, ter contato perfeito e permanente. Os testes de continuidade elétrica e resistência do solo deverão ser executados através do uso equipamentos adequados, com aferição certificada pelo INMETRO, manuseados por mão-de-obra capacitada, atestados com a emissão de Laudo Técnico de Vistoria comprovando a eficácia dos materiais instalados com base nos parâmetros das NBRs citadas. Toda e qualquer alteração física deve ser tecnicamente justificada através da elaboração de um *As Built* completo para registro de execução.

A Prefeitura Municipal de Paranaíta fica responsável pela contratação de profissional responsável técnico pela execução da obra, vistorias e manutenções periódicas independentemente da ocorrência ou não de eventos perigosos.