

# **MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

CENTRO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO INFANTIL E ENSINO FUNDAMENTAL PRESIDENTE  
COSTA E SILVA

## • SUMÁRIO

1.	DADOS DO PROJETO .....	3
2.	INTRODUÇÃO.....	3
2.1.	ESTRUTURA PRINCIPAL.....	4
2.1.1.	Resumo dos componentes de risco da estrutura .....	4
2.2.	GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	5
2.3.	PROPRIEDADES .....	5
2.4.	ESTRUTURAS ADJACENTES.....	6
2.5.	LINHAS.....	6
2.5.1.	Linha 1: Energia.....	6
2.5.2.	Propriedades .....	6
2.5.3.	Fatores de risco .....	7
2.6.	LINHA 2: SINAL .....	8
2.6.1.	Propriedades .....	8
2.6.2.	Fatores de risco .....	10
2.7.	ZONAS .....	10
2.7.1.	Zona 1: Interna.....	10
2.7.2.	Propriedades.....	11
2.7.3.	Fatores e Componentes de risco por linha.....	12
2.7.4.	Fatores e componentes de risco da zona .....	13
3.	ANÁLISE RESULTADOS .....	14
4.	DADOS TÉCNICOS DO SPDA.....	15
5.	DESCIDAS .....	15
6.	ATERRAMENTO.....	15
7.	NOTAS.....	15

## 1. DADOS DO PROJETO

- Proprietário: Prefeitura Municipal de Paranaguá;
- Edificação: Centro Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental Presidente Costa e Silva;
- Endereço: Rua Professor Cleto, Rocio, Paranguá, Paraná;

## 2. INTRODUÇÃO

O presente projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), tem os requisitos considerados em seu desenvolvimento aqueles estabelecidos pela norma NBR 5419/2015 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Este memorial tem por objetivo estabelecer condições e características técnicas para execução dos serviços relativos à obra Centro Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental Presidente Costa e Silva.

### 1. CONDIÇÕES GERAIS

A fim de se evitar falsas expectativas sobre o sistema de proteção, cabe-se fazer os seguintes esclarecimentos:

a) 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.

b) 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.

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

d) 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 a 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.

e) Não é função do sistema de para-raios 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.

f) 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 da ABNT como norma básica.

g) 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.

h) A execução deste projeto devesse ser feito por pessoal especializado.

## 2. RELATÓRIO DE ANÁLISE DE RISCO

### 2.1. ESTRUTURA PRINCIPAL

#### 2.1.1. Resumo dos componentes de risco da estrutura

Fórmula geral para  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_M$ ,  $R_U$ ,  $R_V$ ,  $R_W$ , e  $R_Z$ :

$$R_x = R_{x\text{-zona}1} + R_{x\text{-zona}2} + \dots + R_{x\text{-zona}n}$$

$$R_A = 0$$

$$R_B = 9.734E-8$$

$$R_C = 0$$

$$R_M = 0$$

$$R_U = 6.92E-9$$

$$R_V = 3.46E-7$$

$$R_W = 0$$

$$R_Z = 0$$

#### Risco de perda de vida humana

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_1 = 4.5026E-7$$

#### Risco de perda de vida humana tolerável

$$R_{T-L1} = 1E-5$$

Situação :  $R_1 \leq R_{T-L1}$

## 2.2. GEOMETRIA DA ESTRUTURA

**Formado da estrutura: Estrutura Complexa**

**Área de exposição equivalente (m<sup>2</sup>)**

Estrutura complexa (valor manual)

$A_D = 1800.5$

## 2.3. PROPRIEDADES

**Nível de proteção para qual o SPDA foi projetado:** Estrutura protegida por SPDA classe II

**Nível de proteção do DPS Coordenado:** DPS NP II

**Probabilidade de descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos**

Estrutura protegida por SPDA classe II

$P_B = 0.05$

**Probabilidade em função do NP para o qual os DPS foram projetados**

DPS NP II

$P_{SPD} = 0.02$

**Fator de localização da estrutura**

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$C_D = 0.5$

**Densidade de descargas atmosféricas para a terra (km<sup>2</sup>/ano)**

$N_G = 8.65$

**Número de eventos perigosos para a estrutura**

$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$

$N_D = 7.7872E-3$

**Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto da estrutura (m<sup>2</sup>)**

$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$

$A_M = 8.404E5$

**Número de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura**

$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$

$N_M = 7.2695$

**Eficiência da blindagem espacial externa por malha da estrutura (interace ZPR 0/1)**

$K_{S1} = 1$

**Número de pessoas na estrutura**

$n_t = 200$

**2.4. ESTRUTURAS ADJACENTES****2.5. LINHAS**

## 2.5.1. Linha 1: Energia

**Roteamento:** Linha aérea

**Tipo da linha:** Linha de energia

**Nível de proteção do DPS na entrada:** DPS NP II

**Tensão suportável dos equipamentos  $U_w$ :** 2,5 kV

**Blindagem da Linha:** Linha não blindada

**Conexão na entrada:** Nenhuma conexão/Indefinida

**Resistência da Blindagem:** Não blindada ou blindagem não ligada ao barramento de equipotencialização do equipamento

**Medidas de proteção adicional contra tensões de toque perigosas:** Avisos de alerta, Isolação elétrica das partes expostas, Restrições físicas

## 2.5.2. Propriedades

**Fator tipo de linha**

Linha de energia ou sinal

$C_T = 1$

**Fator ambiental da linha**

Urbano

$C_E = 0.1$

**Características da fiação interna**

Cabo não blindado - preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços

$K_{S3} = 0.2$

 **$K_{S4}$** 

2,5 kV

$K_{S4} = 1/U_w$

$K_{S4} = 0.4$

**Comprimento da linha(m)**

$L_L = 1000$

**Fator de instalação da linha**

Linha aérea

$$C_i = 1$$

**Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas que atingem a linha (m<sup>2</sup>)**

$$A_L = 40 \times L_L$$

$$A_L = 40000$$

**Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto da linha (m<sup>2</sup>)**

$$A_i = 4000 \times L_L$$

$$A_i = 4E6$$

**Número de sobretensões não menores que 1kV por ano na linha**

$$N_L = N_G \times A_L \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$$

$$N_L = 0.0346$$

**Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha**

$$N_i = N_G \times A_i \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$$

$$N_i = 3.46$$

**Fator C<sub>LI</sub>**

Linha aérea; Linha não blindada; Nenhuma conexão/Indefinida

$$C_{LI} = 1$$

**Fator C<sub>LD</sub>**

Linha aérea; Linha não blindada; Nenhuma conexão/Indefinida

$$C_{LD} = 1$$

**Probabilidade em função do tipo da linha e tensão suportável de impulso dos equipamentos**

Linha de energia; 2,5 kV

$$P_{LI} = 0.3$$

**Probabilidade em função da resistência da blindagem do cabo e tensão suportável**

Não blindada ou blindagem não ligada ao barramento de equipotencialização do equipamento, 2,5 kV

$$P_{LD} = 1$$

**Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas**

[Avisos de alerta, Isolação elétrica das partes expostas, Restrições físicas]

$$P_{TU} = 0$$

**Probabilidade em função do NP para o qual os DPS foram projetados**

DPS NP II

$$P_{EB} = 0.02$$

## 2.5.3. Fatores de risco

**Probabilidade de descarga atmosférica em uma estrutura causar falha a sistemas internos**

$$P_{C\text{-linha}} = P_{SPD} \times C_{LD}$$

$$P_{C\text{-linha}} = 0.02$$

**Probabilidade de descarga em uma linha causar ferimentos por choque elétrico**

$$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

$$P_U = 0$$

**Probabilidade de descarga em uma linha causar danos físicos**

$$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

$$P_V = 0.02$$

**Probabilidade de descarga em uma linha causar falha nos sistemas internos**

$$P_{W\text{-linha}} = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

$$P_{W\text{-linha}} = 0.02$$

**Probabilidade de uma descarga perto de uma linha causar falha em sistemas internos**

$$P_{Z\text{-linha}} = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$$

$$P_{Z\text{-linha}} = 6E-3$$

## 2.6. LINHA 2: SINAL

**Roteamento:** Linha aérea

**Tipo da linha:** Linha de sinal

**Nível de proteção do DPS na entrada:** DPS NP II

**Tensão suportável dos equipamentos  $U_w$ :** Equipamento não conforme com suportabilidade de tensão

**Blindagem da Linha:** Linha não blindada

**Conexão na entrada:** Nenhuma conexão/Indefinida

**Resistência da Blindagem:** Não blindada ou blindagem não ligada ao barramento de equipotencialização do equipamento

**Medidas de proteção adicional contra tensões de toque perigosas:** Nenhum

### 2.6.1. Propriedades

**Fator tipo de linha**

Linha de energia ou sinal

$$C_T = 1$$

**Fator ambiental da linha**

Urbano

 $C_E = 0.1$ **Características da fiação interna**

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços

 $K_{S3} = 1$  **$K_{S4}$** 

Equipamento não conforme com suportabilidade de tensão

 $K_{S4} = 1/U_w$  $K_{S4} = 1$ **Comprimento da linha(m)** $L_L = 1000$ **Fator de instalação da linha**

Linha aérea

 $C_I = 1$ **Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas que atingem a linha (m<sup>2</sup>)** $A_L = 40 \times L_L$  $A_L = 40000$ **Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto da linha (m<sup>2</sup>)** $A_I = 4000 \times L_L$  $A_I = 4E6$ **Número de sobretensões não menores que 1kV por ano na linha** $N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$  $N_L = 0.0346$ **Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha** $N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$  $N_I = 3.46$ **Fator  $C_{LI}$** 

Linha aérea; Linha não blindada; Nenhuma conexão/Indefinida

 $C_{LI} = 1$ **Fator  $C_{LD}$** 

Linha aérea; Linha não blindada; Nenhuma conexão/Indefinida

 $C_{LD} = 1$ **Probabilidade em função do tipo da linha e tensão suportável de impulso dos equipamentos**

Linha de sinal; Equipamento não conforme com suportabilidade de tensão

 $P_{LI} = 1$

**Probabilidade em função da resistência da blindagem do cabo e tensão suportável**

Não blindada ou blindagem não ligada ao barramento de equipotencialização do equipamento, Equipamento não conforme com suportabilidade de tensão  
 $P_{LD} = 1$

**Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas**

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

**Probabilidade em função do NP para o qual os DPS foram projetados**

DPS NP II  
 $P_{EB} = 0.02$

**2.6.2. Fatores de risco****Probabilidade de descarga atmosférica em uma estrutura causar falha a sistemas internos**

$P_{C-linha} = P_{SPD} \times C_{LD}$   
 $P_{C-linha} = 0.02$

**Probabilidade de descarga em uma linha causar ferimentos por choque elétrico**

$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$   
 $P_U = 0.02$

**Probabilidade de descarga em uma linha causar danos físicos**

$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$   
 $P_V = 0.02$

**Probabilidade de descarga em uma linha causar falha nos sistemas internos**

$P_{W-linha} = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$   
 $P_{W-linha} = 0.02$

**Probabilidade de uma descarga perto de uma linha causar falha em sistemas internos**

$P_{Z-linha} = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$   
 $P_{Z-linha} = 0.02$

**2.7. ZONAS****2.7.1. Zona 1: Interna**

**Localização da zona:** Dentro da estrutura

**Risco de incêndio ou explosão na estrutura:** Risco de incêndio, baixo

**Tipo de risco na estrutura:** Estruturas sem risco de explosão e onde a falha dos sistemas internos não possa imediatamente por em perigo a vida humana

**Providências contra incêndios:** Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape

**Classificação da estrutura para perda L<sub>F</sub>:** Hospital, hotel, escola, edifício cívico

**Classificação da estrutura para perda L<sub>o</sub>:** Não se aplica

**Medidas de proteção adicional contra tensões de toque e passo perigosas:** Avisos de alerta, Isolação elétrica das partes expostas, Equipotencialização efetiva do solo, Restrições físicas

### 2.7.2. Propriedades

**Número relativo médio típico de vítimas por danos físicos**

Hospital, hotel, escola, edifício cívico  
L<sub>F</sub> = 0.1

**Número relativo médio típico de vítimas por falha dos sistemas internos**

Não se aplica  
L<sub>o</sub> = 0

**Número relativo médio típico de vítimas por choque elétrico devido a um evento perigoso**

L<sub>T</sub> = 0.01

**Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura**

Risco de incêndio, baixo  
r<sub>f</sub> = 1E-3

**Fator de redução em função das providencias contra incêndios**

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape  
r<sub>p</sub> = 0.5

**Fator de redução em função do tipo da superfície**

Marmore, cerâmica (1-10 kΩ)  
r<sub>t</sub> = 1E-3

**Fator de aumento de perda em função de perigo especial**

Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)  
h<sub>z</sub> = 5

**Número de pessoas na zona**

$$n_z = 200$$

**Tempo de permanência das pessoas na zona em horas/ano**

$$t_z = 8760$$

**Perdas típicas  $L_u$  e  $L_A$** 

$$L_A = L_U = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$$

$$L_A = L_U = 1E-5$$

**Perdas típicas  $L_B, L_V$** 

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$$

$$L_B = L_V = 2.5E-4$$

**Perdas típicas  $L_c, L_m, L_w, L_z$** 

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t \times t_z/8760$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = 0$$

**Eficiência da blindagem espacial por malha interna a estrutura na interace ZPR X/Y ( $X>0, Y>1$ )**

$$K_{S2} = 1$$

**Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque ou passo perigosas**

[Avisos de alerta, Isolação elétrica das partes expostas, Equipotencialização efetiva do solo, Restrições físicas]

$$P_{TA} = 0$$

**Probabilidade de ferimentos por choque elétrico devido a descarga atmosférica em estrutura**

$$P_A = P_{TA} \times P_B$$

$$P_A = 0$$

**2.7.3. Fatores e Componentes de risco por linha**

Zona 1, Linha 2: sinal

**Fator  $P_{MS}$** 

$$P_{MS} = K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4}$$

$$P_{MS} = 1$$

**Probabilidade de descarga atmosférica perto da estrutura causar falha em sistemas internos**

$$P_{M-linha} = P_{SPD} \times P_{MS}$$

$$P_{M-linha} = 1$$

**Componente  $R_u$** 

$$R_{U-linha} = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$$

$$R_{U-linha} = 6.92E-9$$

**Componente Rv**

$$RV\text{-linha} = (NL + NDJ) \times Pv \times Lv$$

$$RV\text{-linha} = 1.73E-7$$

**Componente Rw**

$$RW\text{-linha} = (NL + NDJ) \times Pw \times Lw$$

$$RW\text{-linha} = 0$$

**Componente Rz**

$$RZ\text{-linha} = Ni \times Pz \times Lz$$

$$RZ\text{-linha} = 0$$

Zona 1, Linha 1: Energia

**Fator Pms**

$$PMS = Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4$$

$$PMS = 0.08$$

**Probabilidade de descarga atmosférica perto da estrutura causar falha em sistemas internos**

$$PM\text{-linha} = PSPD \times PMS$$

$$PM\text{-linha} = 1.28E-4$$

**Componente Ru**

$$RU\text{-linha} = (NL + NDJ) \times Pu \times Lu$$

$$RU\text{-linha} = 0$$

**Componente Rv**

$$RV\text{-linha} = (NL + NDJ) \times Pv \times Lv$$

$$RV\text{-linha} = 1.73E-7$$

**Componente Rw**

$$RW\text{-linha} = (NL + NDJ) \times Pw \times Lw$$

$$RW\text{-linha} = 0$$

**Componente Rz**

$$RZ\text{-linha} = Ni \times Pz \times Lz$$

$$RZ\text{-linha} = 0$$

2.7.4. Fatores e componentes de risco da zona

**Probabilidade de descarga atmosférica em uma estrutura causar falha a sistemas internos**

$$PC\text{-zona} = 1 - (1 - PC\text{-linha } 1) \times (1 - PC\text{-linha } 2) \times \dots \times (1 - PC\text{-linha } n)$$

\*Para zonas fora da estrutura,  $PC\text{-zona}=0$

$$PC\text{-zona} = 0.0396$$

**Probabilidade de descarga atmosférica perto da estrutura causar falha em sistemas internos**

$$P_{M-zona} = 1 - (1 - P_{M-linha 1}) \times (1 - P_{M-linha 2}) \times \dots \times (1 - P_{M-linha n})$$

\*Para zonas fora da estrutura,  $P_{M-zona} = 0$

$$P_{M-zona} = 1$$

**Componente RA**

$$R_{A-zona} = N_D \times P_A \times L_A$$

$$R_{A-zona} = 0$$

**Componente RB**

$$R_{B-zona} = N_D \times P_B \times L_B$$

$$R_{B-zona} = 9.734E-8$$

**Componente Rc**

$$R_{C-zona} = N_D \times P_{C-zona} \times L_C$$

$$R_{C-zona} = 0$$

**Componente Rm**

$$R_{M-zona} = N_M \times P_{M-zona} \times L_M$$

$$R_{M-zona} = 0$$

**Componente Ru**

$$R_{U-zona} = R_{U-linha 1} + R_{U-linha 2} + \dots + R_{U-linha n}$$

$$R_{U-zona} = 6.92E-9$$

**Componente Rv**

$$R_{V-zona} = R_{V-linha 1} + R_{V-linha 2} + \dots + R_{V-linha n}$$

$$R_{V-zona} = 3.46E-7$$

**Componente Rw**

$$R_{W-zona} = R_{W-linha 1} + R_{W-linha 2} + \dots + R_{W-linha n}$$

$$R_{W-zona} = 0$$

**Componente Rz**

$$R_{Z-zona} = R_{Z-linha 1} + R_{Z-linha 2} + \dots + R_{Z-linha n}$$

$$R_{Z-zona} = 0$$

### 3. ANÁLISE RESULTADOS

Baseado no estudo acima demonstrado, conclui-se que a estrutura estando protegida por um SPDA classe II e estando suprida por DPS NP II estará suficientemente segura e protegida contra descargas atmosféricas conforme recomendações da NBR 5419/2015.

#### **4. DADOS TÉCNICOS DO SPDA**

O sistema de proteção utilizado, foi uma composição entre capttores tipo Franklin e também o método gaiola de Faraday, onde estes estão com seus capttores espaçados a uma média de distância de 5 metros. A malha superior deverá ser composta de barra chata de alumínio 7/8" x 1/8" sendo fixadas na estrutura do telhado e na alvenaria quando for o caso.

#### **5. DESCIDAS**

As descidas serão constituídas através de barras chata de alumínio 7/8" x 1/8". Este material foi escolhido por ser menos atrativo a possíveis furtos de materiais. O sistema será composto por 9 descidas conforme indicado no projeto do SPDA, com espaçamento de 10 metros.

#### **6. ATERRAMENTO**

O sistema será constituído por 15 hastes de aterramento Copperweld de 5/8" x 2400 mm, sendo 1 haste por descida da estrutura e 6 hastes intermediárias. As caixas de inspeção deverão ser PVC com diâmetro de 30 cm, e serão interligadas através de cabo de cobre nu de 50mm<sup>2</sup>. A resistência ôhmica máxima esperada para o sistema será de 10 Ohms.

#### **7. NOTAS**

- Todas as conexões do tipo cabo-cabo e cabo-haste deverão ser feitas por conectores específicos para este fim;
- Deverá ser realizada vistoria anual do sistema e sempre após a incidência de tempestades com descargas atmosféricas.
- Na execução ver detalhes do projeto.