



**MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO DE SISTEMA DE  
PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DA ESCOLA  
MUNICIPAL DOMINGOS AZZOLINI DE SANTO ANTONIO DO  
LESTE**

**SANTO ANTONIO DO LESTE- MT**

**2023**

## Memorial de cálculo – Análise de Risco

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

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
3.00 m	76.78 m	79.68 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.

$A_d = 7825.36 \text{ m}^2$

### Dados do projeto

#### Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

#### Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra:  $5.86/\text{km}^2 \times \text{ano}$

#### 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
Cobertura	698.82	16.21	71

#### 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	-	-	16
Alumínio	70	70	70

### 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) = 77° a 66°

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 15 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 45 m

### Anéis de cintamento

Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura.

Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)
Térreo	0.00	0.00
Cobertura	3.00	3.00
		4.00
		4.20
		9.10

### 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.

### Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5x10 <sup>-1</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	1.15x10 <sup>-2</sup> /ano

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	$1 \times 10^{-1}$
Pa = Pta x Pb	$1 \times 10^{-1}$

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	$1 \times 10^{-2}$
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-2}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
La = rt x Lt x (nz/nt) x (tz/8760)	$1 \times 10^{-4}$

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 1.15 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

### Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	$2.5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.86 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
Nd = Ng x Ad x Cd x $10^{-6}$	$1.15 \times 10^{-2} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	$1 \times 10^{-1}$

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lb = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	$1 \times 10^{-1}$

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.15 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

### Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	$2.5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.86/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.15 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$ , $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	1	1
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	1	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lc = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$1 \times 10^{-1}$

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 1.15 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

### Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	923494.57 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	5.41/ano

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) <sup>2</sup>	1	1
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	1	1
Pm = 1 - [(1 - Pm.E) x (1 - Pm.T)]	1	1

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lm = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10 <sup>-1</sup>

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 5.41 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

### Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
---	----------------------------

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x Ci x Ct x Ce x 10 <sup>-6</sup>	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)	
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25	
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano	
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)			1
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)			1

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld	1	1

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10 <sup>-2</sup>
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lu = rt x Lt x (nz / nt) x (tz / 8760)	1x10 <sup>-4</sup>

$$Ru = Ru.E + Ru.T$$

$$Ru = [(NI.E + Ndj.E) \times Pu.E \times Lu] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pu.T \times Lu]$$

$$Ru = 4.68 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

**Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)**

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente

no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10 <sup>-1</sup>

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$R_v = 4.68 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

### Componente $R_w$ (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Pld (Probabilidade dependendo da resistência $R_s$ da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso $U_w$ do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Pld x Cld	1	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160

nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lw = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$1 \times 10^{-1}$

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 4.68 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

### Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Ai = 4000 \times LI$	4000000 m <sup>2</sup>	4000000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	2.34/ano	2.34/ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	1	1

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lz = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10 <sup>-1</sup>

$$R_z = R_{z.E} + R_{z.T}$$

$$R_z = (N_{i.E} \times P_{z.E} \times L_z) + (N_{i.T} \times P_{z.T} \times L_z)$$

$$R_z = 4.68 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

### 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.

$$R_1 = R_a + R_b + R_c + R_m + R_u + R_v + R_w + R_z$$

$$R_1 = 1.02 / \text{ano}$$

### 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.

#### Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5x10 <sup>-1</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	1.15x10 <sup>-2</sup> /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10 <sup>-1</sup>

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
Lb = rp x rf x Lf x (nz/nt)	1x10 <sup>-1</sup>

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.15 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

### Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5x10 <sup>-1</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	1.15x10 <sup>-2</sup> /ano

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	1	1
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	1	1

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
Lc = Lo x (nz/nt)	1x10 <sup>-2</sup>

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$R_c = 1.15 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

### Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	923494.57 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	5.41/ano

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) <sup>2</sup>	1	1
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	1	1
Pm = 1 - [(1 - Pm.E) x (1 - Pm.T)]	1	1

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
Lm = Lo x (nz/nt)	1x10 <sup>-2</sup>

$$R_m = N_m \times P_m \times L_m$$

$$R_m = 5.41 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

## Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt)	1x10 <sup>-1</sup>

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(N_{I.E} + N_{d_j.E}) \times P_{v.E} \times L_v] + [(N_{I.T} + N_{d_j.T}) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 4.68 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

### Componente $R_w$ (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$A_I$  (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
$L_I$ (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$A_I = 40 \times L_I$	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
$N_g$ (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

$N_I$  (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
$C_i$ (Fator de instalação da linha)	1	1
$C_t$ (Fator do tipo de linha)	1	1
$C_e$ (Fator ambiental)	0.1	0.1
$N_I = N_g \times A_I \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano

$N_{d_j}$  (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
$A_{adj}$ (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
$C_{d_j}$ (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
$N_{d_j} = N_g \times A_{adj} \times C_{d_j} \times C_t \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano

$P_w$  (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
$P_{spd}$ (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
$P_{ld}$ (Probabilidade dependendo da resistência $R_s$ da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso $U_w$ do equipamento)	1	1
$C_{ld}$ (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_w = P_{spd} \times P_{ld} \times C_{ld}$	1	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
Lw = Lo x (nz/nt)	1x10 <sup>-2</sup>

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 4.68 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

### Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Ai = 4000 x LI	4000000 m <sup>2</sup>	4000000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.34/ano	2.34/ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1

Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	1	1

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
Lz = Lo x (nz/nt)	1x10 <sup>-2</sup>

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 4.68 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

## 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.

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

$$R2 = 1.06 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

## 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.

### Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5x10 <sup>-1</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	1.15x10 <sup>-2</sup> /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10 <sup>-1</sup>

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct)	0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

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

### Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct)	0

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

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

### 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.

### **Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)**

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5x10 <sup>-1</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	1.15x10 <sup>-2</sup> /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10 <sup>-1</sup>

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lb = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	1

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.15 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

### **Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)**

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5x10 <sup>-1</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	1.15x10 <sup>-2</sup> /ano

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	1	1
Pc = 1 - [(1 - Pc.E) x (1 - Pc.T)]	1	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lc = Lo x (cs/CT)	1x10 <sup>-1</sup>

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 1.15 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

### Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	923494.57 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	5.41/ano

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1

Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E, Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	1	1
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	1	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lm = Lo \times (cs/CT)$	1x10 <sup>-1</sup>

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 5.41 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

### Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times 10^{-6}$	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Plid (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Plid x Cld	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	1

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 4.68 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

### Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano
---	----------------------------

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano	2.34x10 <sup>-2</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Pld x Cld	1	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lw = Lo x (cs/CT)	1x10 <sup>-1</sup>

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 4.68 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

### Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Ai = 4000 x LI	4000000 m <sup>2</sup>	4000000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km <sup>2</sup> x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.34/ano	2.34/ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	1	1

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lz = Lo x (cs/CT)	1x10 <sup>-1</sup>

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 4.68 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

## 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.

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

$$R4 = 1.06/\text{ano}$$

## Avaliação do custo de perdas do valor econômico - Padrão

### Resultado das perdas de valor econômico

As perdas de valor econômico são afetadas diretamente pelas características de cada tipo de perda da zona. O custo total de perdas da estrutura (CT) é o somatório dos valores estabelecidos para cada tipo de perda da estrutura e quando multiplicado pelo risco (R4) obtêm-se o custo anual de perdas (CL).

### Custo total de perdas (ct)

O custo total de perdas (ct) é a somatória dos valores de perdas na zona, compreendendo o valor dos animais na zona (ca), o valor da edificação relevante à zona (cb), o valor do conteúdo da zona (cc) e o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona (cs). O seu valor calculado é monetário.

$$ct = ca + cb + cc + cs$$

$$ct = 0$$

### Custo total de perdas da estrutura (CT)

O custo total de perdas da estrutura (CT) é a somatória dos valores de perdas de todas as zonas da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CT = ct(z1) + \dots + ct(zn)$$

$$CT = 0$$

### Custo anual de perdas (CL)

O custo anual de perdas (CL) é a multiplicação entre o custo total de perdas (CT) e o risco (R4), na qual contribui para análise do risco econômico total da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0$$

### **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	$101979.82 \times 10^{-5}$	$106.3 \times 10^{-3}$	0	$1062.98 \times 10^{-3}$

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 101979.82 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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**

$$R2 = 106.3 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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**

$$R4 = 1062.98 \times 10^{-3} / \text{ano}$$


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

$$CT = 0$$

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

$$CL = 0$$

Alison Pulcino dos Santos  
Engenheiro Civil  
**Crea/MT: 56938/MT**





**MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE SISTEMA DE  
PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DA ESCOLA  
MUNICIPAL DOMINGOS AZZOLINI DE SANTO ANTONIO DO  
LESTE**

**SANTO ANTONIO DO LESTE- MT**

**2023**

## **1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO.**

### **1.1. Dados da Obra**

Escola: Domingos Azzolini

Tipo de obra: Reforma e Ampliação.

### **1.2. Dados do Contratante**

Contratante: Prefeitura Municipal de Santo Antônio do Leste

### **1.3. Dados do Projeto**

Tipo de projeto: SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Tipo de edifício: escola

### **1.4. Dados do Projetista**

Autor do Projeto: Alison Pulcino dos Santos

Nº CREA/CAU: 56938 / MT

## **2. INFORMAÇÕES PRELIMINARES.**

### **2.1. Objetivo**

O presente memorial visa descrever, orientar e especificar o uso de materiais e técnicas para a instalação do sistema de SPDA.

### **2.2. Das NBR's – Normas Regulamentadoras Brasileiras**

Para a elaboração do projeto de SPDA foram utilizadas as seguintes normas:

- NBR 5419/2015 – 1 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Parte 1: Princípios Gerais.
- NBR 5419/2015 – 2 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de Risco.
- NBR 5419/2015 – 3 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida.
- NBR 5419/2015 – 4 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

## **3. INSTALAÇÕES DO SISTEMA.**

Todo o sistema deverá ser implantado novo, em toda a cobertura existente e coberturas a serem implantadas, assim como todo o encordoamento da edificação no solo para o aterramento.

#### 4. MATERIAIS UTILIZADOS NA OBRA.

Todos os materiais a serem empregados deverão atender as prescrições das normas técnicas da ABNT que lhes forem cabíveis.

A substituição destes produtos deverá ser feita por produtos de desempenho equivalente comprovado por ensaios do fabricante e mediante a aprovação dos responsáveis pelo projeto elétrico e/ou de consultores especializados. As Figuras a seguir são apenas demonstrativos aproximados dos produtos que foram calculados no projeto.

##### 4.1. Condutores

Serão utilizados condutores de cobre, nu sólidos trançados, com Classe de encordoamento Classe 2A, de têmpera meio dura, para as descidas após a caixa de inspeção suspensa e para toda a malha de aterramento subterrâneo, nos seguintes diâmetros abaixo conforme projeto de SPDA:

- 16mm<sup>2</sup>.
- 50mm<sup>2</sup>.

Para a malha de captura, serão utilizados condutores de barra chata de alumínio de 7/8" x 1/8" – 70mm<sup>2</sup>, onde será utilizado também na descida até a caixa de inspeção suspensa.

*Figura 1 – Conduto de malha de aterramento.*



*Figura 2 – Barra chata de malha de captura.*



Fonte: google.com

#### 4.2. Caixas de Inspeção.

As caixas de inspeção de solo deverão ser de PVC na cor preta, e em formato cônica seguindo as seguintes dimensões 250 x 250mm, com tampa. Atendendo os conceitos da norma NBR5419 – Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA), elaborada pela ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. As ligações dos condutos dentro da caixa deverão estar juntamente ligadas com a haste de aterramento 5/8" x 3,00m de alta camada. Já as caixas de inspeção suspensas deverão ser de polipropileno com entrada e saídas para os tubos de 1", 1 1/2", e 2", fixadas a 1,80m de altura do chão realizando a ligação da malha de descida com a malha de aterramento.

Figura 3 - Caixas



Fonte: google.com

Figura 4 – Haste de Aterramento



Fonte: google.com

Figura 5 – Caixa de Inspeção Suspensa



Fonte: google.com

#### 4.3. Captores.

Os captores serão de dois modelos, sendo captores aéreos comuns com fixação horizontal, aplicados nas bordas das coberturas e interligados com chapas de

alumínio. E os captosres tipo Franklin, aplicados nos centros das coberturas a fim de aumentar o campo de proteção por ângulo do sistema.

Os captosres tipo Franklin serão de latão niquelado com uma descida para o sistema de aterramento, com altura de 350mm, e fixado horizontalmente. Já os captosres aéreos comuns serão de aço inox cromado, com altura de 300mm e 3/8" de diâmetro, além de sua fixação horizontal, todos os captosres aéreos deverão possuir ligação com a descida para a malha de aterramento junto com as descidas dos captosres Franklin.

*Figura 5 – Captor Franklin*



*Fonte: google.com*

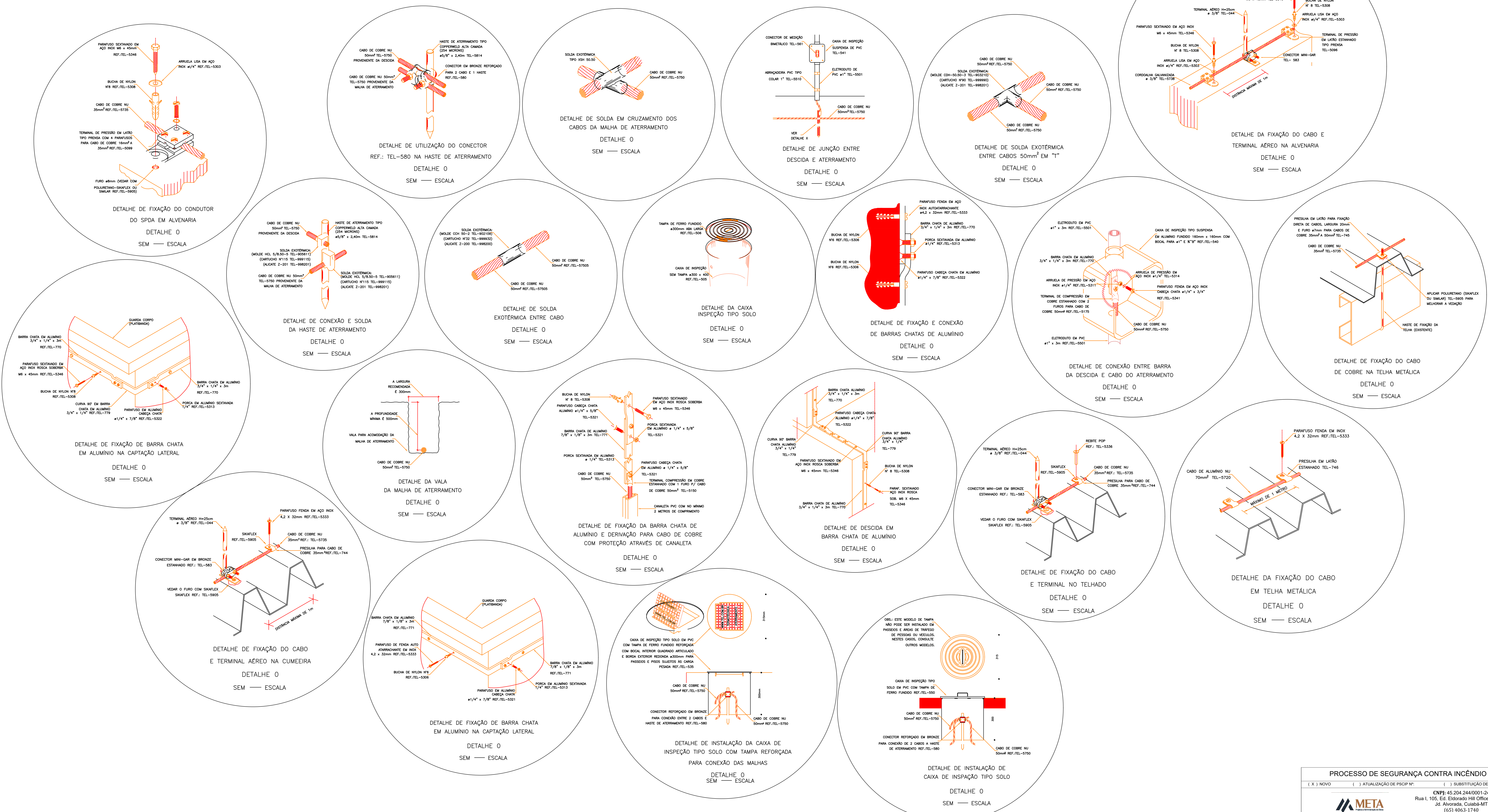
*Figura 6 – Captor Aéreo*



*Fonte: google.com*

---

Alison Pulcino dos Santos  
Engenheiro Civil  
**Crea/MT: 56938/MT**



01 **Detalhes de Ligações**  
Sem Escala

**PROCESSO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO**  
 ( X ) NOVO ( ) ATUALIZAÇÃO DE PSCP Nº: ( ) SUBSTITUIÇÃO DE PSCP Nº:  
 CNPJ: 45.204.244/0001-24  
 Rua I. 105, Ed. Eldorado Hill Office, Sala 53  
 Jd. Alvorada, Curitiba-MT  
 (65) 4063-1740  
 meta@metaprojetosobras.com

**TÍTULO DO DESENHO:**  
**DETALHES PADRÕES DE INSTALAÇÕES SPDA**

**Ocupação:**  
 Educacional e cultura física – E-1

**Razão Social:**  
 Prefeitura Municipal de Santo Antônio do Leste

**NOME FANTASIA:**  
 Escola Municipal Domingos Azzolini

**CNPJ/CPF:** 04.217.362/0001-90

**ENDEREÇO:** Rua Projeta 01, S/N, Centro, 76.628-000, Santo Antônio do Leste-MT

**ALISON PULCINO DOS SANTOS**  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA: MT 96081-MT

**DATA:** JUNHO/2023  
**ESCALA:** INDICADA  
**REVISÃO:** 001

**PRANCHA:**  
 01/03  
 Nº PARCIAL/Nº TOTAL  
 AD - 1189X841

## NOTAS TÉCNICAS

1. DEVERÃO SER SEGUIDAS A NORMA TÉCNICA DA ABNT, NBR-5419/2015 - PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.
2. NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS. A INSTALAÇÃO DE PROTETORES CONTRA SURTOS DE TENSÃO E DESCARGAS ATMOSFÉRICAS É OBRIGATORIO. CADA PROTETOR DEVE SER ADEQUADO AOS EQUIPAMENTOS À PROTEGER. OS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO FAZEM PARTE DO PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO.
3. O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESGARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
4. TODAS AS ESTRUTURAS METÁLICAS EXISTENTES NAS COBERTURAS DA EDIFICAÇÃO (ANTENAS, ESCADAS, CHAMINES, ...) DEVERÃO SER INTERLIGADAS AO PONTO MAIS PRÓXIMO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO PARA EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL E ESCOAMENTO DE ALGUMA POSSÍVEL DESCARGA.
5. A CARÇAÇA DOS QUADROS E TODOS OS DEMAIS EQUIPAMENTOS, BEM COMO TODAS AS MASSAS METÁLICAS EMEVIDÊNCIA DEVERÃO SER ATERRADAS.
6. OS CONDUTORES DE DESCIDA SERÃO POR BARRA CHATA DE ALUMÍNIO 7/8" X 1/8" - 70mm<sup>2</sup>, NOS ESPAÇAMENTOS INDICADOS NO PROJETO. COM EXCEÇÃO DA DESCIDA LOCALIZADA NA QUADRA QUE SERÁ POR CABO DE AÇO COBREADO DE 35mm<sup>2</sup>.
7. AS CONEXÕES HASTE X CABO DEVERÃO SER EFETUADAS ATRAVÉS DE SOLDA EXOTÉRMICA, SOMENTE NAS CAIXAS DE INSPEÇÃO PODERÁ SER EMPREGADO O CONECTOR EM BRONZE ESTANHADO PARA UM CABO 16-70mm<sup>2</sup> COM GRAMPO U.
8. A MALHA DE ATERRAMENTO DEVERÁ APRESENTAR RESISTÊNCIA MÁXIMA DE 10 Ohms EM QUALQUER ÉPOCA DO ANO.
9. AS LOCALIDADES EM QUE O SOLO FAVORECER A AÇÃO DA CORROÇÃO GALVÂNICA DA MALHA DE ATERRAMENTO, PREVER A INSTALAÇÃO DE ANODO DE ZINCO PARA PROTEÇÃO CATÓDICA.
10. PARA CERTIFICAÇÃO DA CONTINUIDADE ELÉTRICA DA ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO, DEVERÁ SER REALIZADO TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA ATRAVÉS DE MICRO-OHMÍMETRO, CONFORME ANEXO "E" DA NBR-5419/01.
11. TODAS AS HASTES SERÃO CRAVADAS NO SOLO, POR PERCUSSÃO, A UMA PROFUNDIDADE MÍNIMA DE 50cm.
12. A DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE AS HASTES DEVERÁ SER DE 3,00m.
13. TODAS AS HASTES E MALHAS DE ATERRAMENTO SERÃO INTERLIGADAS POR CORDOALHA DE COBRE NÚ (ENCORDADO) DE 50mm<sup>2</sup>.
14. O POSICIONAMENTO DAS CAIXAS DE INSPEÇÃO EM SOLO E DAS HASTES PODERÃO SOFRER ALTERAÇÃO, DESDE QUE SE MANTENHA UMA DISTÂNCIA APROXIMADA DE 1,00M DA EDIFICAÇÃO.
15. TODAS AS CAIXAS DE INSPEÇÃO SUSPENSAS DEVERÃO ESTAR FIXADAS EM PAREDES OU PILARES CONFORME PROJETO, HÁ UMA ALTURA DE 1,80M DO CHÃO, ONDE SERÃO REALIZADOS A SOLDA DE LIGAÇÃO DA MALHA DE DESCIDA COM A MALHA DE ATERRAMENTO.
16. TODAS AS MALHAS SERÃO INTERLIGADAS, A DISTRIBUIÇÃO DAS HASTES E CORDOALHAS. DEVE SEGUIR O DESENHO DO PROJETO.
17. ESTE PROJETO NÃO PODERÁ SOFRER MODIFICAÇÕES SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA.

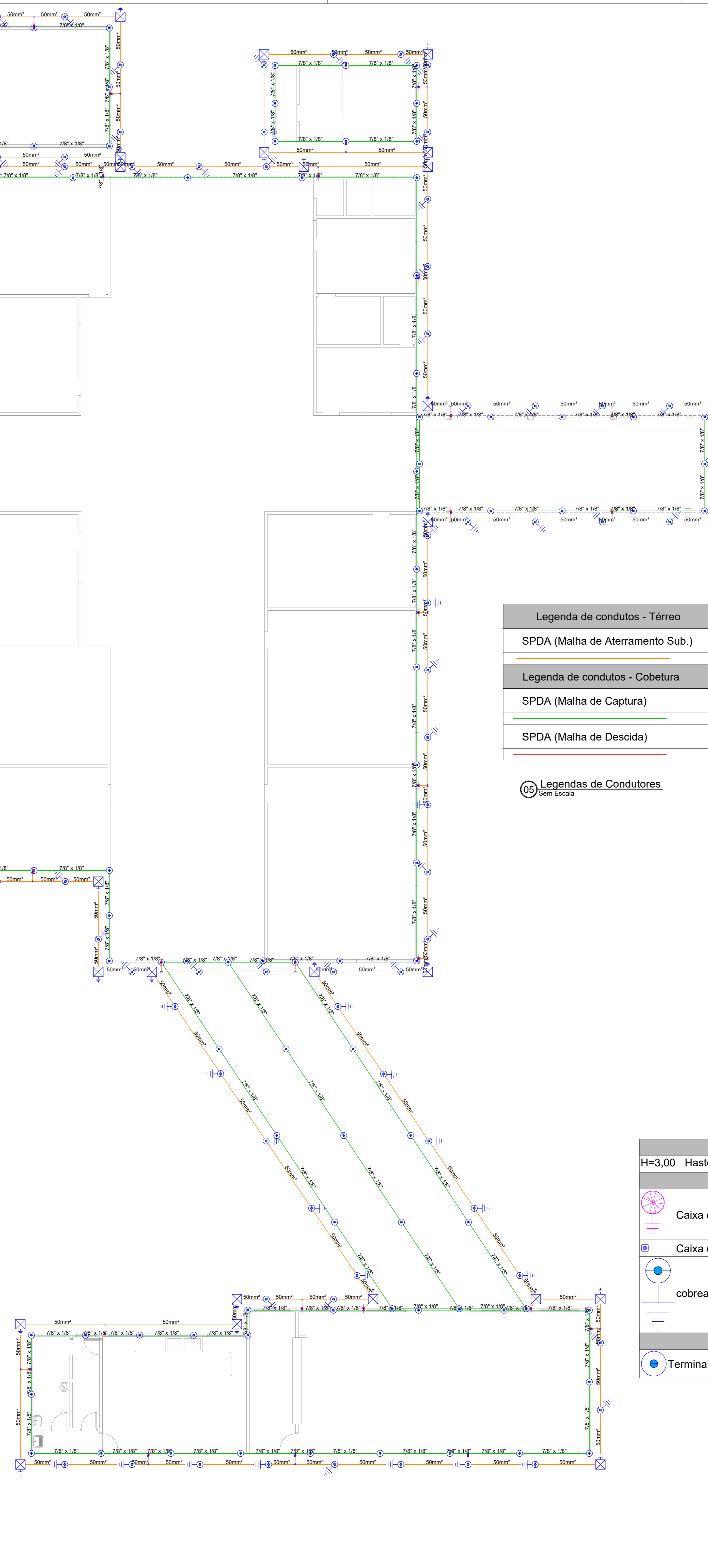
### 04 Notas Técnicas Sem Escala

Dados da edificação				
Altura	3,00 m			
Largura	76,78 m			
Comprimento	79,68 m			
Classificação de estruturas				
Nível de proteção	III			
Determinação da necessidade de proteção - Estrutura				
Componentes de risco	R1 - vida humana (x 10 <sup>-5</sup> )	R2 - serviço público (x 10 <sup>-3</sup> )	R3 - patrimônio cultural (x 10 <sup>-4</sup> )	R4 - econômico (x 10 <sup>-3</sup> )
Ra	0,01146	-	-	-
Rb	11,46	0,115	0	1,15
Rc	114,55	0,115	-	1,15
Rm	54073,76	54,07	-	540,74
Ru	0,46843	-	-	-
Rv	468,43	4,68	0	46,84
Rw	468,43	0,468	-	4,68
Rz	46842,73	46,84	-	468,43
Total	101979,82	106,3	0	1062,98
Necessidade de proteção	Sim	Sim	Não	-
Avaliação de perdas do valor econômico - Estrutura				
CT: Custo total da estrutura (Valores em \$)	0			
CL: Custo anual de perdas (Valores em \$)	0			
Número de descidas				
Pavimento	Perímetro (m)	Espaçamento (m)	Número de descidas	
Cobertura	698,82	15,21	71	
Seção das cordoalhas				
Material	Capitor (mm <sup>2</sup> )	Descida (mm <sup>2</sup> )	Aterramento (mm <sup>2</sup> )	
Cobre	-	-	16	
Alumínio	70	70	70	
Definições padrão NBR 5419/2015 em referência ao nível de proteção				
Ângulo de proteção (método Franklin)	77° a 66°			
Largura máxima da malha (método Geisler de Faraday)	17 m			
Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico)	45 m			
Análise de cintamento				
Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)		
Térreo	0,00	0,00		
		3,00		
Cobertura	3,00	4,00		
		4,20		
		9,10		

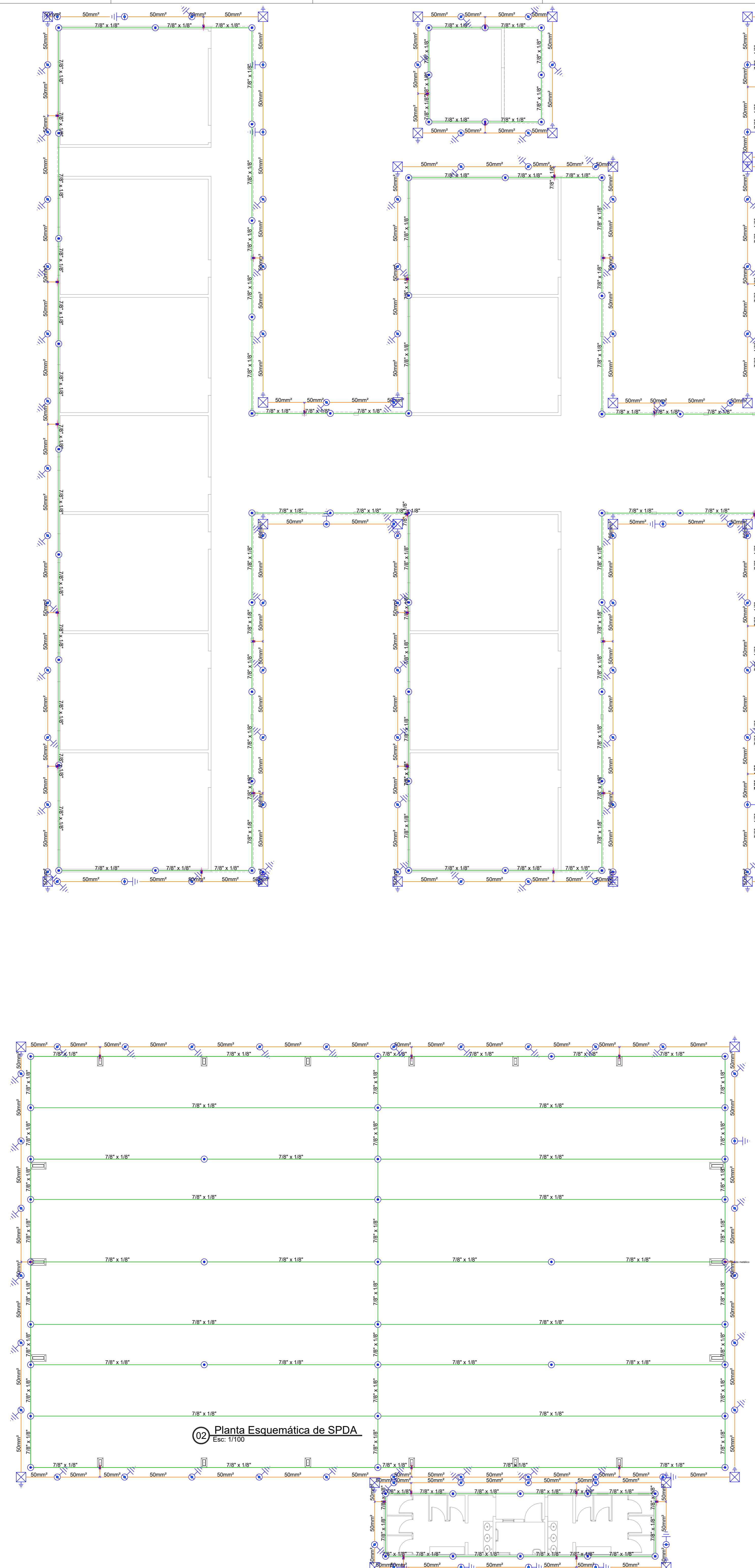
### 07 Análise de Risco Sem Escala

Legenda das indicações - Térreo	
H=3,00	Haste de aterramento - cobreada - 3/4" x 3,00m
Legenda - Térreo	
	Caixa de inspeção - PVC- Ø250x250mm c/ haste 3/4" x 3,00
	Caixa de inspeção Suspensa - Polipropileno - 100x250mm
	cobreada - 3/4" x 3,00 m
Legenda - Cobertura	
	Terminal Aéreo - 600 mm - Fixação Horizontal

### 06 Legenda de Peças Sem Escala



### 02 Planta Esquemática de SPDA Esc. 1/100

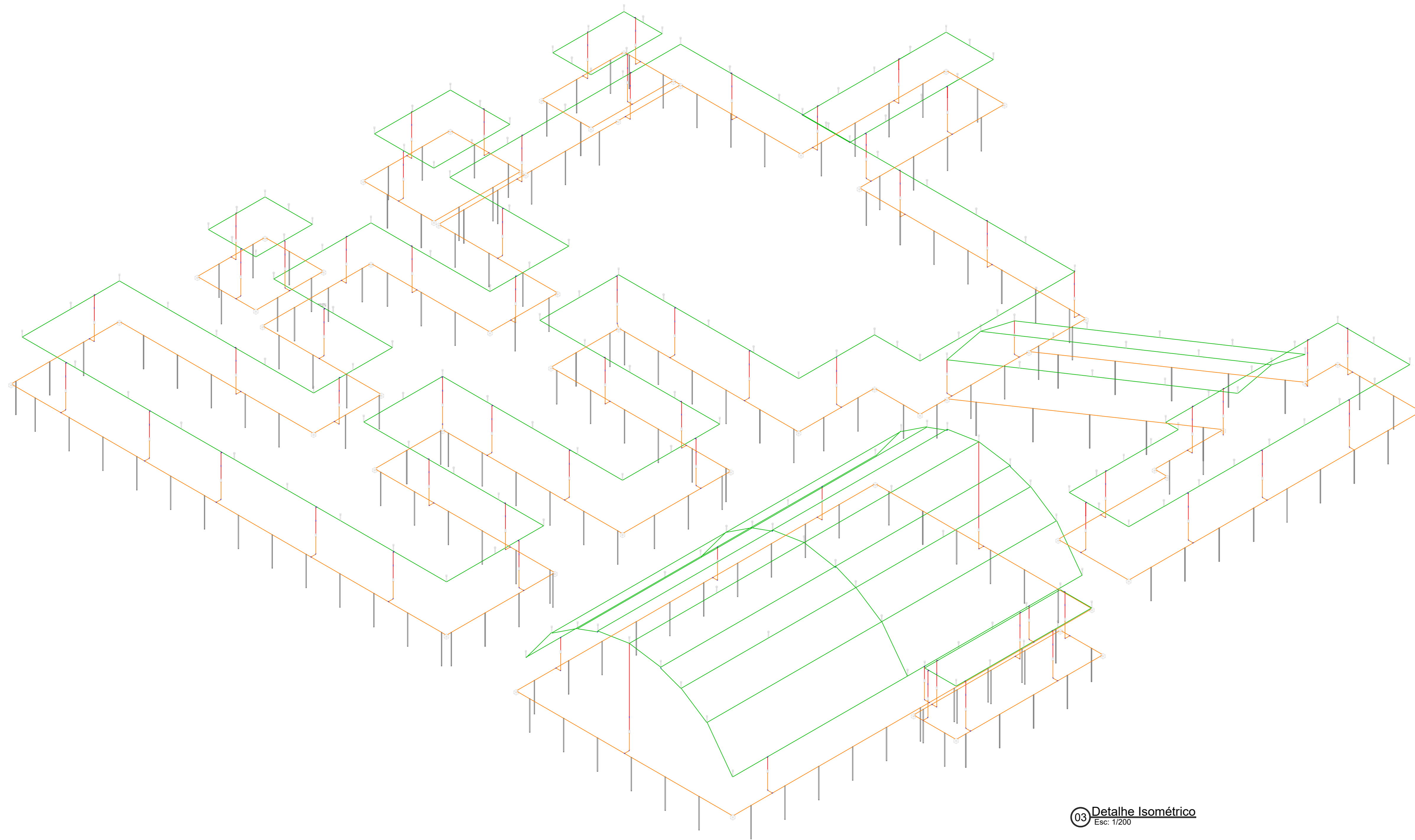


## PROCESSO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

( X ) NOVO ( ) ATUALIZAÇÃO DE PSCP Nº: ( ) SUBSTITUIÇÃO DE PSCP Nº: CNPJ: 45.294.244/0001-24  
 Rua I. 105, Ed. Eldorado Hill Office, Sala 53  
 Jd. Alvorada, Cuiabá-MT  
 (65) 4063-1740  
 meta@metaprojetoseobras.com

**TÍTULO DO DESENHO**  
**PROJETO DE MALHA TÉRRE E AÉREA SPDA**  
**Ocupação:**  
 Educacional e cultura física - E-1  
**Razão Social:**  
 Prefeitura Municipal de Santo Antônio do Leste  
**NOME FANTASIA:**  
 Escola Municipal Domingos Azzolini  
 CNPJ/CPF: 04.217.362/0001-90  
**ENDEREÇO:** Rua Progresso 01, S/N, Centro, 76.628-000, Santo Antônio do Leste-MT

**ALISON PULCINO DOS SANTOS**  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA: Nº 60381-MT  
 DATA: JUNHO/2023  
 ESCALA: INDICADA  
 REVISÃO: 001  
 PRANCHA:  
 02/03  
 Nº PARCIAL/Nº TOTAL  
 Nº PARCIAL/Nº TOTAL



03 Detalhe Isométrico  
Esc: 1:200

Legenda de condutos - Térreo	
	SPDA (Malha de Aterramento Sub.)
	Legenda de condutos - Cobertura
	SPDA (Malha de Captura)
	SPDA (Malha de Descida)

05 Legendas de Condutores  
Sem Escala

Legenda das indicações - Térreo	
H=3,00	Haste de aterramento - cobreada - 3/4" x 3,00m
Legenda - Térreo	
	Caixa de inspeção - PVC - Ø250x250mm c/ haste 3/4" x 3,00
	Caixa de inspeção Suspensa - Polipropileno - 100x250mm
	cobreada - 3/4" x 3,00 m
Legenda - Cobertura	
	Terminal Aéreo - 600 mm - Fixação Horizontal

06 Legenda de Peças  
Sem Escala

Dados da edificação				
Altura	3,00 m			
Largura	76,78 m			
Comprimento	79,68 m			
Classificação de estruturas				
Nível de proteção	III			
Determinação da necessidade de proteção - Estrutura				
Componentes de risco	R1 - vida humana (x 10 <sup>^5</sup> )	R2 - serviço público (x 10 <sup>^3</sup> )	R3 - patrimônio cultural (x 10 <sup>^4</sup> )	R4 - econômico (x 10 <sup>^3</sup> )
Ra	0,01146	-	-	-
Rb	11,46	0,115	0	1,15
Rc	114,55	0,115	-	1,15
Rm	54073,76	54,07	-	540,74
Ru	0,46843	-	-	-
Rv	468,43	4,68	0	46,84
Rw	468,43	0,468	-	4,68
Rz	46842,73	46,84	-	468,43
Total	101979,82	106,3	0	1062,98
Necessidade de proteção	Sim	Sim	Não	-
Avaliação de perdas do valor econômico - Estrutura				
CT: Custo total da estrutura (Valores em \$)	0			
CL: Custo anual de perdas (Valores em \$)	0			
Número de descidas				
Pavimento	Perímetro (m)	Espaçamento (m)	Número de descidas	
Cobertura	698,82	16,21	71	
Seção das cordoalhas				
Material	Captor (mm <sup>2</sup> )	Descida (mm <sup>2</sup> )	Aterramento (mm <sup>2</sup> )	
Cobre	-	-	16	
Alumínio	70	70	70	
Definições padrão NBR 5419/2015 em referência ao nível de proteção				
Ângulo de proteção (método Franklin)	77° a 66°			
Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday)	15 m			
Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico)	45 m			
Anéis de cintamento				
Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)		
Térreo	0,00	0,00		
		3,00		
		4,00		
Cobertura	3,00	4,20		
		9,10		

07 Análise de Risco  
Sem Escala

### NOTAS TÉCNICAS

1. DEVERÃO SER SEGUIDAS A NORMA TÉCNICA DA ABNT, NBR-5419/2015 - PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.
2. NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS. A INSTALAÇÃO DE PROTETORES CONTRA SURTOS DE TENSÃO E DESCARGAS ATMOSFÉRICAS É OBRIGATÓRIA. CADA PROTETOR DEVE SER ADEQUADO AOS EQUIPAMENTOS À PROTEGER. OS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO FAZEM PARTE DO PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO.
3. O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESGARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
4. TODAS AS ESTRUTURAS METÁLICAS EXISTENTES NAS COBERTURAS DA EDIFICAÇÃO (ANTENAS, ESCADAS, CHAMINES, ...) DEVERÃO SER INTERLIGADAS AO PONTO MAIS PRÓXIMO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO PARA EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL E ESCOAMENTO DE ALGUMA POSSÍVEL DESCARGA.
5. A CARÇA DOS QUADROS E TODOS OS DEMAIS EQUIPAMENTOS, BEM COMO TODAS AS MASSAS METÁLICAS EMEVIDÊNCIA DEVERÃO SER ATERRADAS.
6. OS CONDUTORES DE DESCIDA SERÃO POR BARRA CHATA DE ALUMÍNIO 7/8" X 1/8" - 70mm<sup>2</sup>, NOS ESPAÇAMENTOS INDICADOS NO PROJETO. COM EXCEÇÃO DA DESCIDA LOCALIZADA NA QUADRA QUE SERÁ POR CABO DE AÇO COBREADO DE 35mm<sup>2</sup>.
7. AS CONEXÕES HASTE X CABO DEVERÃO SER EFETUADAS ATRAVÉS DE SOLDA EXOTÉRMICA, SOMENTE NAS CAIXAS DE INSPEÇÃO PODERÁ SER EMPREGADO O CONECTOR EM BRONZE ESTANHADO PARA UM CABO 16-70mm<sup>2</sup> COM GRAMPO U.
8. A MALHA DE ATERRAMENTO DEVERÁ APRESENTAR RESISTÊNCIA MÁXIMA DE 10 Ohms EM QUALQUER ÉPOCA DO ANO.
9. AS LOCALIDADES EM QUE O SOLO FAVORECER A AÇÃO DA CORROÇÃO GALVÂNICA DA MALHA DE ATERRAMENTO, PREVER A INSTALAÇÃO DE ANODO DE ZINCO PARA PROTEÇÃO CATÓDICA.
10. PARA CERTIFICAÇÃO DA CONTINUIDADE ELÉTRICA DA ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO, DEVERÁ SER REALIZADO TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA ATRAVÉS DE MICRO-OHMÍMETRO, CONFORME ANEXO "E" DA NBR-5419/01.
11. TODAS AS HASTES SERÃO CRAVADAS NO SOLO, POR PERCUSSÃO, A UMA PROFUNDIDADE MÍNIMA DE 50cm.
12. A DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE AS HASTES DEVERÁ SER DE 3,00m.
13. TODAS AS HASTES E MALHAS DE ATERRAMENTO SERÃO INTERLIGADAS POR CORDOLAHA DE COBRE NÚ (ENCORDADO) DE 50mm<sup>2</sup>.
14. O POSICIONAMENTO DAS CAIXAS DE INSPEÇÃO EM SOLO E DAS HASTES PODERÃO SOFRER ALTERAÇÃO, DESDE QUE SE MANTENHA UMA DISTÂNCIA APROXIMADA DE 1,00M DA EDIFICAÇÃO.
15. TODAS AS CAIXAS DE INSPEÇÃO SUSPENSAS DEVERÃO ESTAR FIXADAS EM PAREDES OU PILARES CONFORME PROJETO, HÁ UMA ALTURA DE 1,80M DO CHÃO, ONDE SERÃO REALIZADOS A SOLDA DE LIGAÇÃO DA MALHA DE DESCIDA COM A MALHA DE ATERRAMENTO.
16. TODAS AS MALHAS SERÃO INTERLIGADAS, A DISTRIBUIÇÃO DAS HASTES E CORDOALHAS. DEVE SEGUIR O DESENHO DO PROJETO.
17. ESTE PROJETO NÃO PODERÁ SOFRER MODIFICAÇÕES SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA.

04 Notas Técnicas  
Sem Escala

Lista de materiais - Térreo	
SPDA (Malha de Aterramento Sub.)	
Aterramento	
Caixa de inspeção	
PVC - Ø250x250mm	58 pç
Polipropileno - 100x250mm	70 pç
Haste de aterramento - cobreada	
3/4" x 3,00m	246 pç
Condutores de proteção (SPDA)	
Cabo de cobre Nú - 7 fios	
50mm <sup>2</sup>	892,38 m
Lista de materiais - Cobertura	
SPDA (Malha de Captura)	
Captores	
Terminal Aéreo	
600 mm - Fixação horizontal	185 pç
Condutores de proteção (SPDA)	
Barra chata em alumínio - com furos	
7/8" x 1/8"	1042,7 m
SPDA (Malha de Descida)	
AMANCO WAVIN PVC ESGOTO SÉRIE REFORÇADA	
ANEL DE VEDAÇÃO PVC ESGOTO SÉRIE REFORÇADA	
100 mm	12 pç
50 mm	12 pç
JOELHO 45° PVC ESGOTO SÉRIE REFORÇADA	
50 mm	6 pç
JUNÇÃO SIMPLES DE REDUÇÃO PVC ESGOTO SÉRIE REFORÇADA	
100 mm - 50 mm	6 pç
LUVA SIMPLES PVC ESGOTO SÉRIE REFORÇADA	
100 mm	6 pç
Condutores de proteção (SPDA)	
Barra chata em alumínio - com furos	
7/8" x 1/8"	180,25 m

08 Lista de Materiais  
Sem Escala

PROCESSO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO		
( X ) NOVO	( ) ATUALIZAÇÃO DE PSCP Nº:	( ) SUBSTITUIÇÃO DE PSCP Nº:
CNPJ: 45.204.244/0001-24 Rua I. 105, Ed. Eldorado Hill Office, Sala 53 Jd. Avaroda, Curitiba-MT (65) 4063-1740 meta@metaprojetoseobras.com		
<b>TÍTULO DO DESENHO:</b> <b>PROJETO DE MALHA TÉRRE E AÉREA SPDA</b>		
<b>OCUPAÇÃO:</b> Educacional e cultura física - E-1		
<b>RAZÃO SOCIAL:</b> Prefeitura Municipal de Santo Antônio do Leste		
<b>NOME FANTASIA:</b> Escola Municipal Domingos Azzolini		
CNPJ/CPF: 04.217.362/0001-90		
ENDEREÇO: Rua Projeta 01, S/N, Centro, 76.628-000, Santo Antônio do Leste-MT		
<b>ALISON PULCINO DOS SANTOS</b> ENGENHEIRO CIVIL CREA: MT 9608/MT		
DATA: JUNHO/2023	PRANCHA:	
ESCALA: INDICADA		03/03
REVISÃO: 001		Nº PARCIAL / Nº TOTAL