

MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA

**OBRA: CONSTRUÇÃO DA ESCOLA MUNICIPAL PIONEIROS,
BAIRRO NOVA CANARANA**

MUNICIPIO: CANARANA /MT

LOCAL / DATA: CANARANA / JUNHO / 2022

INFORMAÇÕES GERAIS

Pretendente/Consumidor: **Prefeitura Municipal de Canarana MT**

Obra.....: **Construção da escola municipal Pioneiros, bairro Nova Canarana**

Localidade: **Canarana /MT**

Data: **Junho / 2022**

Descrição do Projeto: **O presente memorial descritivo tem por objetivo fixar normas específicas para a Construção escola municipal Pioneiros no bairro Nova Canarana, localizado no município de Canarana - MT.**

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente memorial descritivo de procedimentos estabelece as condições técnicas mínimas a serem obedecidas na execução das obras e serviços acima citados, fixando, portanto, os parâmetros mínimos a serem atendidos para materiais, serviços e equipamentos, seguindo as normas técnicas da **ABNT** e constituirão parte integrante dos contratos de obras e serviços. A planilha orçamentária descreve os quantitativos, como também valores em consonância com os projetos básicos fornecidos.

CRITÉRIO DE SIMILARIDADE

Todos os materiais a serem empregados na execução dos serviços deverão ser comprovadamente de boa qualidade e satisfazer rigorosamente as especificações a seguir. Todos os serviços serão executados em completa obediência aos princípios de boa técnica, devendo, ainda, satisfazer rigorosamente às Normas Brasileiras.

INTERPRETAÇÃO DE DOCUMENTOS FORNECIDOS DOCUMENTOS DA OBRA

No caso de divergências de interpretação entre documentos fornecidos, será obedecida a seguinte ordem de prioridade:

- Em caso de divergências entre esta especificação, a planilha orçamentária e os desenhos/projetos fornecidos, consulte à SECRETARIA DE VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS DE CANARANA MT;
- Em caso de divergência entre os projetos de datas diferentes, prevalecerão sempre os mais recentes;
- As cotas dos desenhos prevalecem sobre o desenho (escala);

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial tem por finalidade descrever os serviços para a construção do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para uma Construção da Escola Municipal de Ensino Básico Pioneiros, localizado no bairro Nova Canarana – Canarana-MT.

Todos os serviços deverão ser executados de acordo com o projeto de SPDA e as especificações de materiais que fazem parte integrante do Memorial Descritivo em conformidade com a planilha orçamentária.

Todos os serviços devem ser feitos por pessoal especializado e habilitado, de modo a atender as Normas Técnicas da ABNT, relativas à execução dos serviços.

Ficará a critério da fiscalização, impugnar parcial ou totalmente qualquer trabalho que esteja em desacordo com o proposto nas normas, como também as especificações de material e do projeto em questão conforme seja o caso.

Toda e qualquer alteração do projeto durante a obra deverá ser feita mediante consulta prévia da fiscalização.

Todos os serviços das instalações do projeto de SPDA devem obedecer aos passos descritos neste memorial.

2. OBJETIVO

O projeto de SPDA contempla a instalação de componentes exclusivos para a capacitação e dissipação de descargas elétricas de origem atmosféricas. O sistema visa garantir segurança para a instalação predial e pessoas nas proximidades e interior da edificação.

O projeto foi modelado conforme as principais Normas Brasileiras que regulamentam as instalações elétricas prediais em baixa tensão com a NBR5410/2004, NBR5419/2015.

3. NORMAS E DETERMINAÇÕES

As seguintes normas nortearam este projeto e devem ser seguidas durante a execução da obra:

- NBR 5410 - Instalação Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 5419:2015 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas;

4. VERIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DO SPDA

Segundo NBR 5419/2015 primeiramente deve ser feito o gerenciamento de risco da proteção contra descargas atmosféricas, onde basicamente se calcula quais os riscos a que a

edificação em questão está submetida determinando a necessidade de proteção e o método a ser aplicado para a proteção (conforme “Gerenciamento de Riscos” em anexo ao fim deste memorial).

Com base no gerenciamento de riscos elaborado em resumo temos:

Tipo da Edificação: Construção da Escola Municipal de Ensino Básico Pioneiros, localizado no bairro Nova Canarana.

- Perdas: L1
- Riscos: R1
- Risco Tolerável: $RT = 10^{-5}$
- Componentes de Risco: $R1 = RA + RB + RU + RV$

Caso $Risco > RT$, é necessária a proteção.

$R1 = 3,531$ – Portanto a proteção é necessária.

Para reduzir o risco R1 a valores inferiores ao Risco Tolerável serão adotadas as seguintes medidas de proteção:

- Instalação de um SPDA classe IV;
- Proteção Contra Incêndio (extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimento a prova de fogo, rotas de escape);
- Instalar DPS Classe III.

Tais medidas reduzem o Risco a $R1=0,177$; Portanto como $R1 < RT$ a estrutura estará protegida.

5. METODOLOGIA E TIPO DE SPDA ADOTADO

A metodologia do SPDA adotada é o método “Gaiola de Faraday”, classificado com um SPDA externo não isolado do volume a proteger.

O método de Faraday apresenta níveis de proteção elevados, este consiste no envolvimento da parte superior da edificação com uma malha de condutores nus denominada de subsistema de captação, o subsistema de captação deverá ser feito utilizando cabo de cobre nú 35mm², fixados com auxílio de presilhas e terminal aéreo 35cm, isoladores simples e reforçados, esta malha de captação será interligada ao subsistema de aterramento através do subsistema de descida com Barra chata de Alumínio - 3/4" x 1/4" x 3m, Já Subsistema de aterramento será composto por hastes de aterramento e cabo de cobre nú de 50mm².

OBS: Todas estruturas metálicas expostas a serem construídas na construção desta escola, deverá ser interligada ao SPDA a ser construído.

6. CARACTERÍSTICAS DO SPDA

- Nível de Proteção: II
- Método de proteção adotado: Gaiola de Faraday
- Subsistema de captação: Cabo de cobre nú 35mm², fixados com auxílio de presilhas, terminal aéreo, isoladores simples e reforçados, fazendo assim o fechamento da malha;
- Dimensão da malha de captação: módulo máximo da malha 10 x10m;
- Distância entre os condutores de descida: 10m, (com tolerância de 20%); e conforme a arquitetura da edificação proporcionou.
- Subsistema de descida no Prédio:
Externo, com barra chata de Alumínio 3/4" x 1/4" x 3m, fixados na alvenaria com auxílio de parafuso de fenda de aço inox 1/4 X 5/8" fixado a cada 1 m;
Número de descidas no prédio: 31;
- Subsistema de aterramento: Cabo de cobre nú de 50mm²
Tipo da malha de aterramento: Anel
Total de hastes: 78
Tipo de conexão: Solda exotérmica
Espaçamento médio: 3,0 m
Resistencia de aterramento: Inferior a 10 Ohms

7. SUBSISTEMAS DO SPDA

7.1. Subsistema de Captação

A malha foi projetada com cabo de cobre nú de 35mm², em todo o perímetro da edificação de modo a fechar as malhas com o grau de proteção pretendido, formando-se malhas de aproximadamente até 10m de largura por 10m de comprimento.

Na malha captora será utilizado Cabo de Cobre Nú de 35mm² fixados com auxílio de presilhas e terminal aéreo 35cm, isoladores simples e reforçados, em todas as perfurações devem ser utilizados adesivo de poliuretano.

7.2. Subsistema de descida

As descidas serão externas, compostas por externo, com barra chata de Alumínio 3/4" x 1/4" x 3m, fixados na alvenaria com auxílio de parafuso de fenda de aço inox 1/4 X 5/8" fixado a cada 1 m, na caixa d'água deverá ser fabrica com subsistema de descida com isoladores e captosres;

O subsistema de descida será conectado ao subsistema de captação através de solda exotérmica, e conectado ao subsistema de aterramento também através de solda exotérmica (ambos conforme detalhes).

Nas caixas de inspeção das descidas foram previstas caixas de inspeção com conectores de medição.

Todas as descidas estão diretamente conectadas a uma haste de aço cobreada de alta camada de 5/8 x 3000mm.

7.3. Subsistema de Aterramento

A malha de aterramento constituirá um anel fechado, com cabos de cobre nu de 50mm², enterrados a 50cm de profundidade da superfície do solo, com hastes interligadas a ela através de solda exotérmica aproximadamente a cada 3,0m.

8. EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS

Deverá ser instalada na edificação uma caixa de equalização de potenciais com nove terminais. Esta será interligada ao subsistema de aterramento através de cabo de cobre nu de 50 mm².

Nesta caixa deverão ser conectados todos os sistemas de aterramento existentes na edificação (energia, telefonia, e outros).

O barramento de “terra” do QDGBT da edificação será interligado a caixa de equalização através de cabo de cobre com isolamento de PVC 0,6/1kV de 50 mm² e eletroduto de 2”.

9. RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO

- O sistema de proteção contra descargas atmosféricas deverá ser instalado conforme NBR-5419:2015;
- Todas as estruturas metálicas externas deverão ser interligadas entre si para garantir a continuidade elétrica da mesma (telhas e treliças, terças);
- Deverá ser feita a equalização de potenciais da malha de aterramento do SPDA com o aterramento elétrico, telefônico, tubulação de gás, ou seja, todos os aterramentos deverão estar interligados;
- Os cabos da malha de aterramento deverão ser enterrados a uma profundidade de 0,50m e as hastes cravadas a uma distância mínima de 1,0m das fundações;
- As tampas de inspeção das hastes de aterramento deverão ser fabricadas de forma a suportar o trânsito de veículos, caso seja necessário.
- A resistência da malha de aterramento deverá ser inferior a 10 (dez) ohms. Caso este valor não seja atingido, caberá ao instalador a complementação da malha de aterramento, ou o tratamento do solo;



-
- Para certificação da continuidade elétrica da estrutura da edificação, deverá ser realizado teste de continuidade elétrica através de micro-ohmímetro;
 - O sistema deverá ter uma manutenção preventiva anual e sempre que atingido por descargas por descarga atmosférica, para verificar eventuais irregularidades e garantir a eficiência do SPDA;
 - Não é função do SPDA a proteção de equipamentos eletroeletrônicos. Para tal, os interessados deverão adquirir supressores de surtos individuais (protetores de linha) nas casas especializadas.

10. MEMORIAL DE CALCULO SPDA

Memorial de cálculo

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

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
6.00 m	26.67 m	58.12 m

A área de exposição equivalente (Ad) 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.

$$Ad = 833.08 \text{ m}^2$$

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: II

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $6.82/\text{km}^2 \times \text{ano}$

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
Pavimento	197.27	Indefinido	0



Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm ²)	Descida (mm ²)	Aterramento (mm ²)
Cobre	35	-	35 a 50

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

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

Ângulo de proteção (método Franklin) = Indefinido

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 10 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 30 m

Anéis de cintamento

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

Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)
Pavimento	0.00	6.00

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)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.82/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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
$Pa = Pta \times Pb$	1

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-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
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-4}

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

$$Ra = 2.84 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

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)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.82/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-3}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-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
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-3}

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

$$Rb = 2.84 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

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)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² x ano	

Nl (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
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.73x10 ⁻² /ano	2.73x10 ⁻² /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)	5706.88 m ²	5706.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	1.95x10 ⁻² /ano	9.73x10 ⁻³ /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)	0.02

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	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10 ⁻²
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻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
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	1×10^{-4}

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

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

$$Ru = 1.68 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times Ll$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² x ano	

Nl (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
$Nl = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.73 \times 10^{-2} / \text{ano}$	$2.73 \times 10^{-2} / \text{ano}$

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)	5706.88 m ²	5706.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$1.95 \times 10^{-2} / \text{ano}$	$9.73 \times 10^{-3} / \text{ano}$
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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
$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	2×10^{-2}	2×10^{-2}

L_v (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-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
$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$	1×10^{-3}

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

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

$$R_v = 1.68 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

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.

$$R1 = R_a + R_b + R_u + R_v$$

$$R1 = 4.97 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

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

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

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)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.82/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-3}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	5×10^{-4}

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

$$Rb = 1.42 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

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)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.82/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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	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)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lc = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

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

$$Rc = 2.84 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

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)	$6.82/\text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	845708.99 m^2
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$5.77/\text{ano}$



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 (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

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

$$Rm = 5.77 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

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)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times Ll$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² x ano	

Nl (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
$Nl = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.73 \times 10^{-2}/ano$	$2.73 \times 10^{-2}/ano$

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)	5706.88 m ²	5706.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$1.95 \times 10^{-2}/ano$	$9.73 \times 10^{-3}/ano$
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	2×10^{-2}	2×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	5×10^{-4}

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

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

$$Rv = 8.38 \times 10^{-7}/ano$$

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)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² x ano	

Nl (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
Nl = Ng x Al x Ci x Ct x 10 ⁻⁶	2.73x10 ⁻² /ano	2.73x10 ⁻² /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)	5706.88 m ²	5706.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	1.95x10 ⁻² /ano	9.73x10 ⁻³ /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 (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
Lw = Lo x (nz/nt)	1x10 ⁻²

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

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

$$Rw = 8.38 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
L_i (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$A_i = 4000 \times L_i$	4000000 m ²	4000000 m ²
N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² x ano	

N_i (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da 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
$N_i = N_g \times A_i \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	2.73/ano	2.73/ano

P_z (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de 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_{li} (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
C_{li} (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)	1	1
$P_z = P_{spd} \times P_{li} \times C_{li}$	1	1

L_z (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
n_z (Número de pessoas na zona considerada)	160
n_t (Número total de pessoas na estrutura)	160
$L_z = L_o \times (n_z/n_t)$	1×10^{-2}

$$R_z = R_z.E + R_z.T$$

$$R_z = (N_i.E \times P_z.E \times L_z) + (N_i.T \times P_z.T \times L_z)$$

$$R_z = 5.46 \times 10^{-2}/\text{ano}$$

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.

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

$$R2 = 1.13 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

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)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.82 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-3} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	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)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² x ano	

Nl (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
Nl = Ng x Al x Ci x Ct x 10 ⁻⁶	2.73x10 ⁻² /ano	2.73x10 ⁻² /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)	5706.88 m ²	5706.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	1.95x10 ⁻² /ano	9.73x10 ⁻³ /ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻²
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
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

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

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

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

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.

$$R_3 = R_b + R_v$$

$$R_3 = 0/\text{ano}$$

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)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.82/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-3}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	2×10^{-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
$Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	1×10^{-3}

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

$$Rb = 2.84 \times 10^{-6}/ano$$

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)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.82/km^2 \times ano$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-3}/ano$

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 (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lc = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-3}

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

$$Rc = 2.84 \times 10^{-6}/ano$$

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)	6.82/km ² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	845708.99 m ²
Nm = Ng x Am x 10 ⁻⁶	5.77/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) ²	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 (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻³
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 x (cs/CT)	1x10 ⁻³

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

$$Rm = 5.77 \times 10^{-3} / \text{ano}$$



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)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² x ano	

Nl (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
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.73x10 ⁻² /ano	2.73x10 ⁻² /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)	5706.88 m ²	5706.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	1.95x10 ⁻² /ano	9.73x10 ⁻³ /ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)



rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	2×10^{-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
$L_v = r_p \times r_f \times L_f \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	1×10^{-3}

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

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(Nl.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 1.68 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$A_l = 40 \times Ll$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² x ano	

Nl (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
$Nl = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.73 \times 10^{-2}/ano$	$2.73 \times 10^{-2}/ano$

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)	5706.88 m ²	5706.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$1.95 \times 10^{-2}/ano$	$9.73 \times 10^{-3}/ano$

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
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	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)	1×10^{-3}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lw = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-3}

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

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

$$Rw = 8.38 \times 10^{-5}/ano$$

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)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Ai = 4000 x Ll	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.82/km ² 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 ⁻⁶	2.73/ano	2.73/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 ⁻³
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 ⁻³

$$R_z = R_z.E + R_z.T$$

$$R_z = (N_i.E \times P_z.E \times L_z) + (N_i.T \times P_z.T \times L_z)$$

$$R_z = 5.46 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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.

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

$$R4 = 1.13 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

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	0.49677×10^{-5}	113.11×10^{-3}	0	11.32×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 0.49677 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 113.11 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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

$$R4 = 11.32 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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

$$CT = 0$$

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

$$CL = 0$$



NOTAS E OBSERVAÇÕES

- Todas as informações necessárias para sanar possíveis dúvidas estão descritas neste memorial e nas pranchas dos projetos;
- Caso haja dúvidas na execução das instalações e as mesmas não forem sanas após a leitura deste memorial, o proprietário poderá entrar em contato com o autor dos projetos;
- Quaisquer alterações nos projetos deverão ter a autorização do autor dos mesmos.

Canarana, 23 de Junho de 2022.

Luizenil Monteiro Lemes
Engenheiro Civil
CREA MT 10679