

MEMORIAL DESCRITIVO - SPDA

Dados Gerais

Obra:	Quadra Coberta
Proprietário:	Prefeitura Municipal de Galvão
CNPJ:	83.009.902/0001-16
Endereço:	Rua Manoel Lustosa Martins - Centro
Cidade:	Galvão - SC
Resp. Técnico:	Eng. Eletricista Charlan Smaniotto Luzzatto – CREA/SC: 127.695-8

Introdução

O presente memorial é parte integrante do projeto de SPDA (Sistema de proteção para descargas atmosféricas), referente à edificação discriminada acima, seguindo as normas da NBR 5419 – Sobre Proteção de Descargas Atmosféricas e da Instrução Normativa IN010/CBMSC.

1.1) Dados da proteção

- Nível de Proteção = Nível III;
- Eficiência do SPDA = 85 a 95%;
- Método de Dimensionamento = Gaiola de Faraday;
- Condutor de captação = Captação natural;
- Condutor de descidas = Cabo de cobre nu #35mm²;
- Condutor de aterramento = Cabo de cobre nu 50mm²
- Número de Descidas = 12
- Espaçamento médio entre as descidas = 15m

1.2) Sistema de captação

O sistema de captação é do tipo Gaiola de Faraday com captação natural por meio da estrutura metálica do telhado, conforme projeto. A captação deverá ser interligada ao cabo de cobre nu 35mm² por meio de terminal de compressão 35mm².

1.3) Sistema de descidas

As descidas são compostas por cabo de cobre nu 35mm² tubulado em eletroduto PVC rígido 3/4” a partir de 3 metros de altura em relação ao solo, seguindo até a caixa de aterramento para interligação com a haste de aterramento. O condutor da descida deverá seguir inteiro (sem emendas) desde a conexão com a captação até a haste da malha de aterramento.

1.4) Malha de aterramento

A malha de aterramento será formada por hastes de aterramento e cabo de cobre nu com bitola de 50mm², enterrado no solo a uma profundidade mínima de 60cm, circundando toda a edificação externamente e mantendo um afastamento mínimo de 60cm das estruturas da edificação. O afastamento deve ser de 200cm de onde houver GLP. Cada descida deve conter uma haste de aterramento tipo cooperweld alta camada 5/8” e comprimento mínimo de 2,40 metros. Todas as interligações entre cabo de cobre nu 50mm² e hastes de aterramento deverão ser feitas por meio de soldas exotérmicas. Será instalada 1 (uma) tubo de inspeção de PVC com tampa circular de ferro em cada descida, conforme projeto.

A resistividade do solo deverá ser igual ou inferior a 10 ohms em qualquer época do ano. Caso isso não se verifique, devem ser incluídas, quando possível, novas hastes distribuídas uniformemente ao longo do perímetro da estrutura, espaçadas entre si de no mínimo 3 metros.

1.5) Caixas de inspeção

As caixas de inspeção deverão ser de PVC, com diâmetro de 300mm e altura de 400mm. As tampas deverão ser de ferro, circulares com diâmetro de 300mm e inscrição de "ATERRAMENTO".

1.6) Da verificação

- A inspeção visual do SPDA deverá ser efetuada anualmente;
- A inspeção completa deverá ser efetuada a cada 3 (três) anos, periodicamente;
- Uma inspeção completa deve ser efetuada sempre que a edificação sofrer uma descarga atmosférica;
- Qualquer alteração necessária durante a execução deste projeto deverá ser analisada pelo projetista e executor das instalações do SPDA;
- O número de conexões deve ser reduzido ao mínimo e, quando houver, devem ser asseguradas por meio de solda exotérmica ou conectores apropriados, garantindo a condução entre condutores;
- Todos os objetos metálicos localizados no telhado como antena ou outros objetos devem ser conectados à captação através de cabo de cobre nu 50mm²;
- O sistema de aterramento elétrico deve ser interligado ao sistema de aterramento do SPDA através da caixa de equipotencialização.

1.7) Alterações na execução do projeto

O executor da obra, antes do início dos serviços, deverá analisar a viabilidade do projeto e discutir previamente com o Engenheiro Eletricista Charlan Smaniotto Luzzatto, CREA/SC 127.695-8, fone (49) - 9-9992-6115, engenharia@projetel.com.br, os possíveis impedimentos e consequentes alterações do projeto. Estas alterações deverão ser também aprovadas pelo proprietário da obra.

Caso as alterações sejam permitidas, o executor deverá fornecer ao projetista o "as-built" da obra para que as alterações sejam atualizadas no projeto.

Responsável Técnico
Charlan Smaniotto Luzzatto
Engenheiro Eletricista CREA/SC: 127.695-8

Proprietário
Prefeitura Municipal de Galvão
CNPJ: 83.009.902/0001-16

MEMORIAL DE CÁLCULO

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
11.00 m	42.05 m	50.10 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.

$$A_d = 10866.23 \text{ m}^2$$

DADOS DO PROJETO

Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $10.02/\text{km}^2 \times \text{ano}$

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
Térreo	184.30	15	12

Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm^2)	Descida (mm^2)	Aterramento (mm^2)
Cobre	-	35	50
Alumínio	Natural	-	-

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:

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

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.

N_d (número de eventos perigosos para a estrutura)

C_d (Fator de localização)	5×10^{-1}
N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$10.02/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$5.44 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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

P_{ta} (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de

toque e de passo)	
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1
Pa = Pta x Pb	1

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10 ⁻²
Lt (Nº relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
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)	1x10 ⁻⁴

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

$$Ra = 5.44 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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)	5x10 ⁻¹
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	5.44x10 ⁻² /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de red. em função das providências tomadas para reduzir as conseq. de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Nº relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
nz (Número de pessoas na zona considerada)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
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)	2x10 ⁻⁴

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

$$Rb = 1.09 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causados 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)	200 m	1000 m
Al = 40 x LI	8000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² 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 ⁻⁶	8.02x10 ⁻³ /ano	4.01x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecom. (T)
Adj (Área de exp. equiv. da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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 telecom.
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
$Pu = Ptu \times Peb \times Pld \times Cld$	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 ⁻²
Lt (Nº relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	1x10 ⁻⁴

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

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

$$Ru = 4.81 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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.

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)	200 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	8000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		10.02/km ² 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
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	8.02x10 ⁻³ /ano	4.01x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecom. (T)
Adj (Área de exp. equiv. da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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 telecom.
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
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de red. em função das providências tomadas para reduzir as conseq. de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Nº relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	2×10^{-4}

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

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

$$Rv = 9.62 \times 10^{-6}/ano$$

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.

$$R1 = Ra + Rb + Ru + Rv$$

$$R1 = 3.08 \times 10^{-5}/ano$$

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)	$10.02/km^2 \times ano$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$5.44 \times 10^{-2}/ano$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de red. em função das providências tomadas para reduzir as conseq. de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
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)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	1×10^{-4}

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

$$Rb = 5.44 \times 10^{-6}/ano$$

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)	10.02/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	5.44x10 ⁻² /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 (Nº relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
Lc = Lo x (nz/nt)	1x10 ⁻²

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$
$$Rc = 5.44 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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. 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.

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

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	862007.12 m ²
Nm = Ng x Am x 10 ⁻⁶	8.64/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)	2.5	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4x10 ⁻¹	1

$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1.6×10^{-1}	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E, Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	1.6×10^{-1}	1
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	1	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Nº 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)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

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

$$Rm = 8.64 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

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)	200 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	8000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		10.02/km ² 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
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$8.02 \times 10^{-3} / \text{ano}$	$4.01 \times 10^{-2} / \text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exp. equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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 telecom.
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
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de red. em função das providências tomadas para reduzir as conseq. de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
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)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	1×10^{-4}

$$R_v = R_v.E + R_v.T$$

$$R_v = [(N_i.E + N_{dj}.E) \times P_v.E \times L_v] + [(N_i.T + N_{dj}.T) \times P_v.T \times L_v]$$

$$R_v = 4.81 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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.

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)	200 m	1000 m
AI = 40 x LI	8000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		10.02/km ² 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 ⁻⁶	8.02x10 ⁻³ /ano	4.01x10 ⁻² /ano

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exp. equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
C _{dj} (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
N _{dj} = Ng x Adj x C _{dj} x Ct x 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 telecom.
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} x P _{ld} x C _{ld}	1	1

L_w (valores de perda na zona considerada)

Lo (Nº relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
n _z (Número de pessoas na zona considerada)	3325
n _t (Número total de pessoas na estrutura)	3325
L _w = Lo x (n _z /n _t)	1x10 ⁻²

$$R_w = R_w.E + R_w.T$$

$$R_w = [(N_i.E + N_{dj}.E) \times P_w.E \times L_w] + [(N_i.T + N_{dj}.T) \times P_w.T \times L_w]$$

$$R_w = 4.81 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Componente R_z (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)	200 m	1000 m
Ai = 4000 x LI	800000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/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	8.02x10 ⁻¹ /ano	4.01/ano

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

	Linhas
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	3x10 ⁻¹

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Nº relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	3325
nt (Número total de pessoas na estrutura)	3325
Lz = Lo x (nz/nt)	1x10 ⁻²

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

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

$$Rz = 4.25 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

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.

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

$$R2 = 1.3 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

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)	5x10 ⁻¹
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	5.44x10 ⁻² /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de red. em função das providências tomadas para reduzir as conseq. de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
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\$)	1000000
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct)	1x10 ⁻⁴

$$R_b = N_d \times P_b \times L_b$$

$$R_b = 5.44 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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.

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)	200 m	1000 m
Al = 40 x LI	8000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² 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 ⁻⁶	8.02x10 ⁻³ /ano	4.01x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exp. equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	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 telecom.
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 red. em função das providências tomadas para reduzir as conseq. de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
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\$)	1000000
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct)	1x10 ⁻⁴

$$R_v = R_v.E + R_v.T$$

$$R_v = [(N_i.E + N_{dj}.E) \times P_v.E \times L_v] + [(N_i.T + N_{dj}.T) \times P_v.T \times L_v]$$

$$R_v = 4.81 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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.

$$R3 = Rb + Rv$$
$$R3 = 1.03 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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 causados 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)	5x10 ⁻¹
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	5.44x10 ⁻² /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de red. em função das providências tomadas para reduzir as conseq.. de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
Lf (Valor rel. méd. típico de todos os val. atingidos pelos danos fís. devido a um evento perigoso)	2x10 ⁻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\$)	1x10 ⁶
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1x10 ⁶
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	2x10 ⁶
Lb = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	2x10 ⁻⁴

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$
$$Rb = 1.09 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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)	5x10 ⁻¹
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	5.44x10 ⁻² /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
Cid (Fator dependendo das condições de blindagem,	1	1

aterramento e isolamento)		
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	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\$)	1×10^6
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	2×10^6
$Lc = Lo \times (cs/CT)$	5×10^{-4}

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

$$Rc = 2.72 \times 10^{-5}/ano$$

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)	$10.02/km^2 \times ano$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	$862007.12 m^2$
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$8.64/ano$

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)	2.5	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sist.)	4×10^{-1}	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1.6×10^{-1}	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	1.6×10^{-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)	1×10^{-3}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1×10^6
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	2×10^6
$Lm = Lo \times (cs/CT)$	5×10^{-4}

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

$$Rm = 4.32 \times 10^{-3}/ano$$

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)	200 m	1000 m
AI = 40 x LI	8000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² 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 ⁻⁶	8.02x10 ⁻³ /ano	4.01x10 ⁻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)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	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 telecom.
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 red. em função das providências tomadas para reduzir as conseq. de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
Lf (Valor relat. médio típico de todos os val. atingidos pelos danos fís. devido a um evento perigoso)	2x10 ⁻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\$)	1x10 ⁶
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1x10 ⁶
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	2x10 ⁶
Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	2x10 ⁻⁴

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

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

$$Rv = 9.62 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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)	200 m	1000 m
Al = 40 x LI	8000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/km ² 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 ⁻⁶	8.02x10 ⁻³ /ano	4.01x10 ⁻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)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	1	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecom.
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 ⁻³
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1x10 ⁶
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	2x10 ⁶
Lw = Lo x (cs/CT)	5x10 ⁻⁴

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

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

$$Rw = 2.4 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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)	200 m	1000 m
Ai = 4000 x LI	80000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	10.02/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
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$8.02 \times 10^{-1}/ano$	$4.01/ano$

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

	Linhas
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	3×10^{-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)	1×10^{-3}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1×10^6
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	2×10^6
$Lz = Lo \times (cs/CT)$	5×10^{-4}

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

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

$$Rz = 2.12 \times 10^{-3}/ano$$

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.

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

$$R4 = 6.51 \times 10^{-3}/ano$$

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.

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

$$ct = 2 \times 10^6$$

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.

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

$$CT = 2 \times 10^6$$

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.

$$CL = CT \times R4$$
$$CL = 13,03 \times 10^3$$

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	3.08×10^{-5}	129.89×10^{-3}	0.1025×10^{-4}	6.51×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 3.08 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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

$$R2 = 129.89 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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

$$R3 = 0.1025 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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

$$R4 = 6.51 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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

$$CT = 2 \times 10^6$$

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

$$CL = 13,03 \times 10^3$$

LISTA DE MATERIAIS

Qtde.	Unid.	Descrição
Captação		
12	pç	Parafuso 12x3/4" TEX Nº 3
12	pç	Terminal de compressão 35mm ²
Descidas		
72	pç	Presilha de latão para cabo 35mm ²
12	br	Eletroduto PVC rígido 3/4"x3m
36	pç	Abraçadeira tipo D 3/4" com parafuso
144	pç	Parafuso soberbo fenda aço inox 4,8x30mm
144	pç	Bucha de nylon S 8mm
120	m	Cabo de cobre nu 35mm ²
Aterramento		
240	m	Cabo de cobre nu 50mm ²
12	pç	Haste de aterramento alta camada 5/8"x2400mm
1	pç	Molde EGYC - 16Y3 para cabo 50mm ² e haste 5/8" - Esopar
12	pç	Solda - Cartucho 115 com palito ignitor
1	pç	Molde EGYB -16Y2 para cabo 35mm ² e haste 5/8" - Esopar
12	pç	Solda - Cartucho 90 com palito ignitor
12	pç	Caixa de inspeção circular de PVC Ø30x40cm
12	pç	Tampa circular de ferro para aterramento Ø30cm