

Notas:

00					Elaboração	29/01/2026	Pedro Henrique laskievicz Scariot	Eng. Alexandre Maran Gregolin
Revisão	Discriminação	Data	Autor		Visto			
Cliente:								
Prefeitura Municipal de Ibiacá								
Obra:								
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas Rua Coberta								
Título do documento:								
Memorial Técnico Descritivo – Sistema Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)								
Fornecido para:								
Aprovação								
Documento:		Revisão:		Elaboração:		Verificação:		
1860-2026-MTD-R00		00		Pedro Henrique laskievicz Scariot		Eng. Alexandre M. Gregolin		
Data:		Páginas:		Responsável Técnico:		Crea:		
29/01/2026		34		Eng. Alexandre M. Gregolin		SC1205327		

Sumário

1.	CONTRATANTE	3
2.	ATIVIDADE/FINALIDADE.....	3
3.	OBJETIVO	3
4.	ANEXOS	3
5.	NORMAS APLICADAS.....	3
6.	AVALIAÇÃO DE RISCO	4
7.	INFRAESTRUTURA	4
8.	EXECUÇÃO DA OBRA	4
9.	ENTREGA DA OBRA	5
10.	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	5
11.	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	5
ANEXO A.....		6



1. CONTRATANTE

A obra em questão está situada na Rua Júlio de Castilhos, Praça PE Narcisio Zanatta.

2. ATIVIDADE/FINALIDADE

As descargas atmosféricas que atingem estruturas ou a terra em suas proximidades são perigosas às pessoas, às estruturas, seus conteúdos e instalações. Portanto, medidas de proteção contra descargas atmosféricas devem ser consideradas.

As medidas de proteção consideradas na NBR 5419 são comprovadamente eficazes na redução dos riscos associados às descargas atmosféricas. Para que a eficácia do SPDA seja garantida, inspeções, ensaios e manutenções devem ser realizados periodicamente.

Segundo o item 7.3.1 da NBR 5419 – Parte 3, inspeções devem ser feitas após qualquer alteração ou reparo na estrutura ou quando houver suspeita de que a mesma foi atingida por uma descarga atmosférica, além de verificação periódica a cada 3 anos por profissional habilitado e capacitado e inspeções visuais semestrais.

3. OBJETIVO

O presente projeto e memorial refere-se à infraestrutura para instalação do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) na obra intitulada como Rua Coberta, localizada na cidade de Ibiaçá - RS, com o objetivo de fixar condições e procedimentos para execução da referida obra.

4. ANEXOS

São partes integrantes deste projeto os seguintes documentos:

- Anotação de responsabilidade técnica - ART de projeto - (01 via);
- 1860-2026-SPDA1-R00
- 1860-2026-SPDA2-R00
- 1860-2026-MTD-R00
- 1860-2026-LTM-R00
- Anexo A – Análise de Risco;

5. NORMAS APLICADAS

- NBR5419-1:2015 – Princípios Gerais;
- NBR5419-2:2015 – Gerenciamento de Risco;
- NBR5419-3:2015 – Danos Físicos a Estruturas e Perigo à Vida;
- NBR5419-4:2015 – Sistemas Elétricos e Eletrônicos Internos na Estrutura;
- NR10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.



6. AVALIAÇÃO DE RISCO

Abaixo a tabela indica os cálculos de análise de risco R1(perda de vida humana) e R4(perda de valor econômico) e da necessidade de instalação de SPDA no edifício.

Edificação	R1 (perda de vida humana)	R4 (perda de valor econômico)	Requer SPDA e MPS
Rua Coberta Ibiacá	$1.72 \times 10^{-7}/\text{ano}$	$R4 = 7.27 \times 10^{-7}/\text{ano}$	Sim

7. INFRAESTRUTURA

O sistema de proteção consiste no dimensionamento pelo método da Esfera Rolante, que consiste na instalação de minicaptadores com altura de 600mm e interligá-los à estrutura metálica presente na edificação, a qual será utilizada como malha captora. Com o intuito de estender a área de proteção será utilizado a telha metálica presente na área da cozinha como captor natural, é de suma importância ressaltar que a telha metálica deve ter espessura mínima de 0,5mm. Ademais, no nível do solo onde as paredes sejam de concreto à vista, e fácil acesso de pessoas, as descidas serão fixadas na parede através de presilhas de latão 35mm². Em cada descida deverá ser instalada uma caixa de inspeção tipo solo, provida de conector de medição para fins de medição da malha de aterramento e captação. O espaçamento médio entre as descidas deve ser de 10m (nível de proteção II) sendo que para cada uma delas deverá ser instalado no mínimo uma haste de aterramento tipo "Copperweld" 5/8"x2,40m (alta camada), totalizando 14 descidas de aterramento.

No nível do solo, na malha de equipotencialização, as hastes de aterramento devem ser interligadas a 60cm abaixo do solo, com cabo de cobre nu #50mm², as conexões devem ser executadas através de conector burndy cabo/cabo, devendo ser instaladas um total de 14 hastes. A equalização de potenciais das descidas do SPDA deve ser feita através de um anel de equipotencialização (conforme plantas) em cabo de cobre nu #50mm² enterrado no solo a uma distância de 1m da edificação.

Caso venham a ser instaladas estruturas metálicas no topo do edifício (antena coletiva de TV, placas de aquecimento solar, boiler de água quente, torres de ar-condicionado etc.), todas estas estruturas metálicas no topo das edificações deverão ser interligadas ao SPDA. No nível do solo deverá ser feita a equalização de potenciais da malha de aterramento do SPDA com o aterramento elétrico, telefônico entre outros.

8. EXECUÇÃO DA OBRA

A execução da obra e dos serviços deverá ser confiada a profissionais qualificados, conhecedores das normas vigentes e devem ser dotadas de ferramentas adequadas para a realização dos serviços. Após a execução das redes de eletrodutos e antes da enfição dos condutores, estas deverão ser inspecionadas rigorosamente para eliminar possíveis defeitos como obstrução, emendas de eletrodutos malfeitas, instalações de buchas e arruelas, rebarbas nos tubos e caixas, reforço de fixação em pontos críticos e bitola dos eletrodutos e caixas, de acordo com o projeto. As instalações aparentes de caixas e quadros, devem possuir um excelente



grau de acabamento, bem alinhados e aprumados, observando-se as cotas de instalação e simetria dos pontos de fixação.

9. ENTREGA DA OBRA

Para entrega definitiva da obra deverão ser inspecionadas todas as emendas, derivações, conexões e interligações aparentes e subterrâneas e as mesmas devem ser testadas e estar em perfeito funcionamento a fim de garantir o correto funcionamento do sistema projetado. Todas as instalações deverão ser executadas com o máximo esmero e capricho, devendo apresentar na conclusão do serviço um padrão de acabamento condizente com os demais serviços executados na obra.

10. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Periodicamente devem ser revisadas todas as conexões devendo ser realizado o reaperto de conectores e parafusos. Para um bom desempenho do sistema devem ser realizadas medições periódicas do sistema de aterramento para garantir uma correta proteção das estruturas e equipamentos contra descargas atmosféricas.

11. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A proteção do SPDA se aplica contra a incidência direta de raios as edificações e estruturas comuns utilizadas para fins comerciais, industriais, agrícolas, administrativos ou residências e demais estruturas especiais previstas na norma, e sobre os equipamentos e pessoas que se encontrem no interior destas edificações e estruturas ou no interior da proteção imposta pelo SPDA instalado. As prescrições da citada norma não garantem a proteção total de pessoas e equipamentos elétricos ou eletrônicos situados no interior das zonas protegidas contra os efeitos indiretos causados pelos raios, tais como: parada cardíaca, centelhamento, interferências em equipamentos ou queima de suas componentes causadas por transferências de potencial devidas à indução eletromagnética. A norma técnica NBR5419/2015 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas recomenda, uma boa continuidade elétrica do sistema de SPDA em todas as épocas do ano, como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso. Sendo o que tínhamos para o momento ficamos à disposição para eventuais dúvidas e/ou esclarecimentos. Todos os materiais e serviços obedecerão sempre, no mínimo, as especificações das Normas Brasileiras pertinentes. Qualquer detalhe omissos no projeto, ou mesmo nesse memorial, será executado baseado nas normas da ABNT e NR10. As plantas referentes a este memorial seguem anexas.

Atenciosamente,

Eng.º Alexandre Maran Gregolin
Responsável Técnico
Crea SC 1205327



ANEXO A



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)
6.50 m	21.00 m	60.00 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.

$$A_d = 5613.59 \text{ m}^2$$

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: II

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $7.1/\text{km}^2 \times \text{ano}$

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)	$7.1/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.99 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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)	0
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}
$Pa = Pta \times Pb$	0

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)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1.25×10^{-4}

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

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



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)	$7.1/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.99 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}

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^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1.25×10^{-4}

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

$$Rb = 1.25 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

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

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

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

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



LI (Comprimento da seção de linha)	100 m	100 m
AI = 40 x LI	4000 m ²	4000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.84x10 ⁻⁴ /ano	2.84x10 ⁻⁴ /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)	2577.88 m ²	2577.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	9.15x10 ⁻³ /ano	9.15x10 ⁻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)	0.01	
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 ⁻⁴	2x10 ⁻⁴

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)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lu = rt x Lt x (nz / nt) x (tz / 8760)	1.25x10 ⁻⁴

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

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



$$Ru = 4.72 \times 10^{-10} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	100 m	100 m
AI = 40 x LI	4000 m ²	4000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.84x10 ⁻⁴ /ano	2.84x10 ⁻⁴ /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)	2577.88 m ²	2577.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	9.15x10 ⁻³ /ano	9.15x10 ⁻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
$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times Cld$	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}
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^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$	1.25×10^{-4}

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

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

$$R_v = 4.72 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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.

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

$$R1 = 1.72 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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)	$7.1/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.99 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}

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)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	6.25×10^{-4}

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

$$Rb = 6.23 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

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)	$7.1/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.99 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	2×10^{-2}	2×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	3.96×10^{-2}	

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)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lc = Lo \times (nz/nt)$	1.25×10^{-2}

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

$$Rc = 9.86 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

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)	$7.1/\text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	866398.16 m^2
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$6.15/\text{ano}$

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)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
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	2.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4×10^{-1}	4×10^{-1}
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1.6×10^{-1}	1.6×10^{-1}
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	3.2×10^{-3}	3.2×10^{-3}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	6.39×10^{-3}	

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)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1.25×10^{-2}

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

$$Rm = 4.91 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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)	100 m	100 m
$Al = 40 \times LI$	4000 m ²	4000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-4}/ano$	$2.84 \times 10^{-4}/ano$

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)	2577.88 m ²	2577.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$9.15 \times 10^{-3}/ano$	$9.15 \times 10^{-3}/ano$
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)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	6.25×10^{-4}

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

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

$$Rv = 2.36 \times 10^{-7}/ano$$



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.

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)	100 m	100 m
AI = 40 x LI	4000 m ²	4000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.84x10 ⁻⁴ /ano	2.84x10 ⁻⁴ /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)	2577.88 m ²	2577.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	9.15x10 ⁻³ /ano	9.15x10 ⁻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)	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²
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	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²

Lw (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)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lw = Lo \times (nz/nt)$	1.25×10^{-2}

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

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

$$Rw = 4.72 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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)	100 m	100 m
$Ai = 4000 \times LI$	400000 m ²	400000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.84 \times 10^{-2} / \text{ano}$	$2.84 \times 10^{-2} / \text{ano}$

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)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
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	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	6×10^{-3}	4×10^{-3}

LZ (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)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	1.25×10^{-2}

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

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

$$Rz = 3.55 \times 10^{-6}/ano$$

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.

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

$$R2 = 5.1 \times 10^{-4}/ano$$

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)	$7.1/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.99 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}

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\$)	50000
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	2.5×10^{-5}

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

$$Rb = 2.49 \times 10^{-8}/\text{ano}$$

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)	100 m	100 m
AI = 40 x LI	4000 m ²	4000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.84x10 ⁻⁴ /ano	2.84x10 ⁻⁴ /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)	2577.88 m ²	2577.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	9.15x10 ⁻³ /ano	9.15x10 ⁻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\$)	50000
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct)	2.5x10 ⁻⁵

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

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



$$R_v = 9.43 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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.

$$R_3 = R_b + R_v$$

$$R_3 = 3.43 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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 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)	$7.1 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$1.99 \times 10^{-2} / \text{ano}$

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)	0
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}
$Pa = Pta \times Pb$	0

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 (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	10
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	1.02×10^6
$La = rt \times Lt \times (ca/CT)$	9.8×10^{-10}

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

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

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)	$7.1/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.99 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}

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)	1×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	10
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	1×10^4
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	1×10^6
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1×10^4
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	1.02×10^6
$Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	5×10^{-4}



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

$$R_b = 4.98 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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)	$7.1 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$1.99 \times 10^{-2} / \text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_{c.E} = P_{spd.E} \times C_{ld.E}$, $P_{c.T} = P_{spd.T} \times C_{ld.T}$	2×10^{-2}	2×10^{-2}
$P_c = 1 - [(1 - P_{c.E}) \times (1 - P_{c.T})]$	3.96×10^{-2}	

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^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1×10^4
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	1.02×10^6
$L_c = L_o \times (cs/CT)$	9.8×10^{-7}

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

$$R_c = 7.74 \times 10^{-10} / \text{ano}$$



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)	7.1/km² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	866398.16 m²
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	6.15/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)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
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	2.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4×10^{-1}	4×10^{-1}
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1.6×10^{-1}	1.6×10^{-1}
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	3.2×10^{-3}	3.2×10^{-3}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	6.39×10^{-3}	

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^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1×10^4
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	1.02×10^6
$Lm = Lo \times (cs/CT)$	9.8×10^{-7}

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

$$Rm = 3.85 \times 10^{-8}/ano$$



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.

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)	100 m	100 m
AI = 40 x LI	4000 m ²	4000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.84x10 ⁻⁴ /ano	2.84x10 ⁻⁴ /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)	2577.88 m ²	2577.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	9.15x10 ⁻³ /ano	9.15x10 ⁻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)	0.01	
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 ⁻⁴	2x10 ⁻⁴

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 (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	10
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	1.02x10 ⁶
Lu = rt x Lt x (ca/CT)	9.8x10 ⁻¹⁰

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

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

$$Ru = 3.7 \times 10^{-15} / \text{ano}$$

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)	100 m	100 m
Al = 40 x LI	4000 m ²	4000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.84x10 ⁻⁴ /ano	2.84x10 ⁻⁴ /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)	2577.88 m²	2577.88 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	9.15x10 ⁻³ /ano	9.15x10 ⁻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 (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	10
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	1x10 ⁴
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	1x10 ⁶
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1x10 ⁴
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	1.02x10 ⁶
Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	5x10 ⁻⁴

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

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

$$R_v = 1.89 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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.



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)	100 m	100 m
AI = 40 x LI	4000 m ²	4000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.84x10 ⁻⁴ /ano	2.84x10 ⁻⁴ /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)	2577.88 m ²	2577.88 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	9.15x10 ⁻³ /ano	9.15x10 ⁻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)	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²
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	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²

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 ⁻⁴
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1x10 ⁴
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	1.02x10 ⁶
Lw = Lo x (cs/CT)	9.8x10 ⁻⁷

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

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



$$Rw = 3.7 \times 10^{-10} / \text{ano}$$

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)	100 m	100 m
Ai = 4000 x LI	400000 m ²	400000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/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)	0.01	0.01
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	2.84x10 ⁻² /ano	2.84x10 ⁻² /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)	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²
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	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	6x10 ⁻³	4x10 ⁻³

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 ⁻⁴
--	--------------------



cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	1x10 ⁴
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	1.02x10 ⁶
Lz = Lo x (cs/CT)	9.8x10 ⁻⁷

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

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

$$R_z = 2.78 \times 10^{-10} / \text{ano}$$

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.

$$R_4 = R_a + R_b + R_c + R_m + R_u + R_v + R_w + R_z$$

$$R_4 = 7.27 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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.

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

$$ct = 1,02 \times 10^6$$

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.

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

$$CT = 1,02 \times 10^6$$

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.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0,001 \times 10^3$$

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	0.01722×10^{-5}	0.51×10^{-3}	0.00034×10^{-4}	0.00073×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 0.01722 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes está abaixo do risco tolerável 10^{-5}

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 0.51 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de serviço ao público está abaixo do risco tolerável 10^{-3}

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

$$R3 = 0.00034 \times 10^{-4}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de patrimônio cultural está abaixo do risco tolerável 10^{-4}

R4: risco de perda de valor econômico

$$R4 = 0.00073 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

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

$$CT = 1,02 \times 10^6$$

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



$$CL = 0,001 \times 10^3$$
