Este Caderno de Especificações fará parte integrante do Contrato, valendo como se fosse nele efetivamente transcrito.

REVISÃO	DATA	EVENTO:
00	25/06/2021	EMISSÃO INICIAL

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO LOGÍSTICA E FINANCEIRA

DIRETORIA DE MATERIAIS E SERVIÇOS

CENTRO DE OBRAS E MANUTENÇÃO PREDIAL

OBJETO:

CONSTRUÇÃO DO 42º GRUPAMENTO BOMBEIRO MILITAR – SOL NASCENTE

TÍTULO DO DOCUMENTO:

MEMORIAL DE CÁLCULO – PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA

ÓRGÃO RESPONSÁVEL:

CENTRO DE OBRAS E MANUTENÇÃO PREDIAL - COMAP

COMANDANTE DO COMAP:

ISAAC DA SILVA BARBOSA MIRANDA – TEN-CEL QOBM/COMB.

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

BRUNO FERREIRA SOARES – 1º TEN QOBM/COMPL.

MATRÍCULA: 1899118 – CREA: 24445/D-GO

COLABORADORES:

SUMÁRIO

1 MEMORIAL DE CÁLCULO 5

2 DADOS DA EDIFICAÇÃO 5

3 DADOS DO PROJETO 5

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA 5

3.2 DENSIDADE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS 5

3.3 NÚMERO DE DESCIDAS 5

3.4 SEÇÃO DAS CORDOALHAS 5

3.5 DEFINIÇÕES PADRÃO NBR 5419/2015 EM REFERÊNCIA AO NÍVEL DE PROTEÇÃO 6

3.6 ANÉIS DE CINTAMENTO 6

4 RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA (R1) - PADRÃO 6

4.1 COMPONENTE RA (RISCO DE FERIMENTOS A SERES VIVOS CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) 6

4.2 COMPONENTE RB (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) 7

4.3 COMPONENTE RC (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) 8

4.4 COMPONENTE RM (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA ESTRUTURA) 9

4.5 COMPONENTE RU (RISCO DE FERIMENTOS A SERES VIVOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) 10

4.6 COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) 11

4.7 COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) 13

4.8 COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA) 14

4.9 RESULTADO DE R1 15

5 RISCO DE PERDAS DE SERVIÇO AO PÚBLICO (R2) - PADRÃO 16

5.1 COMPONENTE RB (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) 16

5.2 COMPONENTE RC (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) 16

5.3 COMPONENTE RM (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA ESTRUTURA) 17

5.4 COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) 18

5.5 COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) 20

5.6 COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA) 21

5.7 RESULTADO DE R2 23

6 RISCO DE PERDAS DE PATRIMÔNIO CULTURAL (R3) - PADRÃO 23

6.1 COMPONENTE RB (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) 23

6.2 COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) 24

6.3 RESULTADO DE R3 25

7 RISCO DE PERDA DE VALORES ECONÔMICOS (R4) - PADRÃO 25

7.1 COMPONENTE RB (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) 25

7.2 COMPONENTE RC (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA) 26

7.3 COMPONENTE RM (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA ESTRUTURA) 27

7.4 COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) 28

7.5 COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA) 30

7.6 COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA) 31

7.7 RESULTADO DE R4 32

8 AVALIAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS DO VALOR ECONÔMICO - PADRÃO 33

8.1 RESULTADO DAS PERDAS DE VALOR ECONÔMICO 33

8.2 CUSTO TOTAL DE PERDAS (CT) 33

8.3 CUSTO TOTAL DE PERDAS DA ESTRUTURA (CT) 33

8.4 CUSTO ANUAL DE PERDAS (CL) 33

8.5 AVALIAÇÃO FINAL DO RISCO - ESTRUTURA 33

8.6 R1: RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA (INCLUINDO FERIMENTOS PERMANENTES) 34

8.7 R2: RISCO DE PERDAS DE SERVIÇO AO PÚBLICO 34

8.8 R3: RISCO DE PERDAS DE PATRIMÔNIO CULTURAL 34

8.9 R4: RISCO DE PERDA DE VALOR ECONÔMICO 34

8.10 CT: CUSTO TOTAL DE PERDAS DE VALOR ECONÔMICO DA ESTRUTURA (VALORES EM $) 34

8.11 CL: CUSTO ANUAL DE PERDAS (VALORES EM $) 34

1 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

2 DADOS DA EDIFICAÇÃO

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
9.45 m	17.15 m	38.57 m

A área de exposição equivalente (Ad) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

Ad = 3976.80 m²

3 DADOS DO PROJETO

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA

Nível de proteção: II

3.2 DENSIDADE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: 7/km² x ano

3.3 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	101.34	Indefinido	0
1º Pavimento	109.53	Indefinido	0
Cobertura	42.62	Indefinido	0

3.4 SEÇÃO DAS CORDOALHAS

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm²)	Descida (mm²)	Aterramento (mm²)
Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido

3.5 DEFINIÇÕES PADRÃO NBR 5419/2015 EM REFERÊNCIA AO NÍVEL DE PROTEÇÃO

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

Ângulo de proteção (método Franklin) = Indefinido

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

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 30 m

3.6 ANÉIS DE CINTAMENTO

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

Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)
Indefinido	Indefinido	Indefinido

4 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.

4.1 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)	5x10^-1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.39x10^-2/ano

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

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5x10^-2

Pa = Pta x Pb	5x10^-2

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 (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
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 x Pa x La

Ra = 6.96x10^-8/ano

4.2 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)	7/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.39x10^-2/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5x10^-2

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
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)	1x10^-4

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 6.96x10^-8/ano

4.3 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)	7/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.39x10^-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)	2x10^-2	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	0
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	2x10^-2	0
Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)]	2x10^-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)	1x10^-3
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lc = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10^-3

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 2.78x10^-7/ano

4.4 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/km² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	831107.08 m²
Nm = Ng × Am × 10^-6	5.82/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)	2x10^-2	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)	1x10^-2	1x10^-2
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)	4x10^-1	4x10^-1
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)²	1.6x10^-5	1.6x10^-5
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	3.2x10^-7	1.6x10^-5
Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)]	1.63x10^-5	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-3
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona	8760

considerada)	h/ano
Lm = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10^-3

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 9.49x10^-8/ano

4.5 COMPONENTE RU (RISCO DE FERIMENTOS A SERES VIVOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Al = 40 x Ll	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	7x10^-3/ano	7x10^-3/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 m²	0 m²	
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25	
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 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)			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	0
Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld	2x10^-2	0

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)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lu = rt × Lt × (nz / nt) × (tz / 8760)	1x10^-4

Ru = Ru.E + Ru.T

Ru = [(Nl.E + Ndj.E) x Pu.E x Lu] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pu.T x Lu]

Ru = 1.4x10^-8/ano

4.6 COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Al = 40 x Ll	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	7x10^-3/ano	7x10^-3/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 m²	0 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
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)	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	0
Pv = Peb x Pld x Cld	2x10^-2	0

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10^-4

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 1.4x10^-8/ano

4.7 COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Al = 40 x Ll	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	7x10^-3/ano	7x10^-3/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 m²	0 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
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 telecomunicações (T)**

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2x10^-2	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	0
Pw = Pspd x Pld x Cld	2x10^-2	0

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-3
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lw = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10^-3

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 1.4x10^-7/ano

4.8 COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Ai = 4000 x Ll	2000000 m²	2000000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia	**Linhas de telecomunicações**

	(E)	**(T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
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	7x10^-1/ano	7x10^-1/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	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	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	0
Pz = Pspd x Pli x Cli	6x10^-3	0

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-3
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lz = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10^-3

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 4.2x10^-6/ano

4.9 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 + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz

R1 = 4.88x10^-6/ano

5 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.

5.1 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)	7/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.39x10^-2/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5x10^-2

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-1
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
Lb = rp x rf x Lf x (nz/nt)	1x10^-3

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 6.96x10^-7/ano

5.2 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)	7/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.39x10^-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)	2x10^-2	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	0
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	2x10^-2	0
Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)]	2x10^-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)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
Lc = Lo x (nz/nt)	1x10^-2

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 2.78x10^-6/ano

5.3 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/km² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	831107.08 m²
Nm = Ng × Am × 10^-6	5.82/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)	2x10^-2	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)	1x10^-2	1x10^-2
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)	4x10^-1	4x10^-1
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)²	1.6x10^-5	1.6x10^-5
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	3.2x10^-7	1.6x10^-5
Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)]	1.63x10^-5	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
Lm = Lo x (nz/nt)	1x10^-2

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 9.49x10^-7/ano

5.4 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	**Linhas de**

	(E)	**telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Al = 40 x Ll	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	7x10^-3/ano	7x10^-3/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 m²	0 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
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)	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	0
Pv = Peb x Pld x Cld	2x10^-2	0

Lv (valores de perda na zona considerada)

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

nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt)	1x10^-3

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 1.4x10^-7/ano

5.5 COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Al = 40 x Ll	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	7x10^-3/ano	7x10^-3/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 m²	0 m²

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
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 telecomunicações (T)**
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2x10^-2	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	0
Pw = Pspd x Pld x Cld	2x10^-2	0

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
Lw = Lo x (nz/nt)	1x10^-2

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 1.4x10^-6/ano

5.6 COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m

Ai = 4000 x Ll	2000000 m²	2000000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² 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)	0.5	0.5
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	7x10^-1/ano	7x10^-1/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	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	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	0
Pz = Pspd x Pli x Cli	6x10^-3	0

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	20
nt (Número total de pessoas na estrutura)	20
Lz = Lo x (nz/nt)	1x10^-2

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 4.2x10^-5/ano

5.7 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 = 4.8x10^-5/ano

6 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.

6.1 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)	7/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.39x10^-2/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5x10^-2

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-1
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R$)	1
Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct)	0

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 0/ano

6.2 COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Al = 40 x Ll	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	7x10^-3/ano	7x10^-3/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 m²	0 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
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)	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	0
Pv = Peb x Pld x Cld	2x10^-2	0

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-1
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R$)	1
Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct)	0

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 0/ano

6.3 RESULTADO DE R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R3 = Rb + Rv

R3 = 0/ano

7 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.

7.1 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)	7/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.39x10^-2/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5x10^-2

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	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$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $)	0
Lb = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	1x10^-3

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 6.96x10^-7/ano

7.2 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)	7/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.39x10^-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	2x10^-2	1

projetados)		
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	0
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	2x10^-2	0
Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)]	2x10^-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)	1x10^-4
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $)	0
Lc = Lo x (cs/CT)	1x10^-4

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 2.78x10^-8/ano

7.3 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/km² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	831107.08 m²
Nm = Ng × Am × 10^-6	5.82/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)	2x10^-2	1
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da	1	1

blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)		
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1x10^-2	1x10^-2
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)	4x10^-1	4x10^-1
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)²	1.6x10^-5	1.6x10^-5
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	3.2x10^-7	1.6x10^-5
Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)]	1.63x10^-5	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-4
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $)	0
Lm = Lo x (cs/CT)	1x10^-4

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 9.49x10^-9/ano

7.4 COMPONENTE RV (RISCO DE DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Al = 40 x Ll	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da	0.5	0.5

linha)		
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	7x10^-3/ano	7x10^-3/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 m²	0 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
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)	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	0
Pv = Peb x Pld x Cld	2x10^-2	0

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	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$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $)	0
Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	1x10^-3

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 1.4x10^-7/ano

7.5 COMPONENTE RW (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Al = 40 x Ll	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	7x10^-3/ano	7x10^-3/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 m²	0 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
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 telecomunicações (T)**
Pspd (Probabilidade em função do nível de	2x10^-2	1

proteção para qual os DPS foram projetados)		
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	0
Pw = Pspd x Pld x Cld	2x10^-2	0

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$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $)	0
Lw = Lo x (cs/CT)	1x10^-4

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 1.4x10^-8/ano

7.6 COMPONENTE RZ (RISCO DE FALHA DOS SISTEMAS INTERNOS CAUSADO POR DESCARGAS PERTO DA LINHA)

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

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Ai = 4000 x Ll	2000000 m²	2000000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7/km² 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	0.5	0.5

linha)		
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	7x10^-1/ano	7x10^-1/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	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	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	0
Pz = Pspd x Pli x Cli	6x10^-3	0

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$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $)	0
Lz = Lo x (cs/CT)	1x10^-4

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 4.2x10^-7/ano

7.7 RESULTADO DE R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

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

R4 = 1.31x10^-6/ano

8 AVALIAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS DO VALOR ECONÔMICO - PADRÃO

8.1 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).

8.2 CUSTO TOTAL DE PERDAS (CT)

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

ct = ca + cb + cc + cs

ct = 0

8.3 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) + ... ct (zn)

CT = 0

8.4 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 x R4

CL = 0

8.5 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	0.48803x10^-5	0.048x10^-3	0	0.0013x10^-3

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

8.6 R1: RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA (INCLUINDO FERIMENTOS PERMANENTES)

R1 = 0.48803x10^-5/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois R <= 10^-5

8.7 R2: RISCO DE PERDAS DE SERVIÇO AO PÚBLICO

R2 = 0.048x10^-3/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois R <= 10^-3

8.8 R3: RISCO DE PERDAS DE PATRIMÔNIO CULTURAL

R3 = 0/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois R <= 10^-4

8.9 R4: RISCO DE PERDA DE VALOR ECONÔMICO

R4 = 0.0013x10^-3/ano

8.10 CT: CUSTO TOTAL DE PERDAS DE VALOR ECONÔMICO DA ESTRUTURA (VALORES EM $)

CT = 0

8.11 CL: CUSTO ANUAL DE PERDAS (VALORES EM $)

CL = 0

Brasília, 25 de junho de 2021.

BRUNO Ferreira Soares – 1º Ten QOBM/Compl.

Engenheiro Eletricista – CREA 24445/D-GO

Matrícula 1899118